

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة العاشرة • العدد الأربعون • شوال ١٤١٧هـ / فبراير ١٩٩٧م.

الصناعات غير العضوية

(الجزء الأول)

- الزجاج
- الأسمنت
- الزيوليتات

العلوم والتقنية



* * *

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

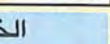
يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد



الاليف غير العضوية





الخزف





الزيوليتات

المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia



قراءنا الأعزاء

تحظى بعض الصناعات بإهتمام عامة الناس لأنها تمس حياتهم اليومية ، ومن هذه الصناعات ما يقاس به تقدم الأمم وتطورها من معدل ما ينتج منها وما يستهلكه الفرد .

تعتمد كثير من هذه الصناعات في خاماتها الأساس على المعادن ومركباتها التي تتوفر بكميات كبيرة في القشرة الأرضية ، ومن هذا المنطلق فقد أطلق عليها الصناعات غير العضوية ، ولتعددها وأهميتها فإنه لا يمكن تغطيتها في عدد واحد . لذا فقد خصص لها أكثر من عدد يتحدث الأول منها عن الصناعات غير العضوية التي تعتمد على مادة السيليكون المتمثل ـ بصفة أساس ـ في الرمل والطين .

قراءنا الأعزاء

يعالج هذا العدد عدداً من الصناعات غير العضوية الهامة من حيث أنواعها ، وأهميتها ، وطرق إنتاجها ، والخامات الأساس الداخلة فيها والمواد المساعدة ، ومدى الإستفادة منها ، وتتمثل هذه الصناعات في الزجاج ، والألياف غير العضوية ، والزيولايتات ، والخزف ، والسليكيات الأخرى ، والأسمنت إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد ، آملين أن نكون قد وفقنا في عرضنا لمادة هذا العدد ، فلا تبخلوا علينا بآرائكم وإقتراحاتكم.

والله من وراء القصد ،،،

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبد الله الرشيد

د. محمد حسين سعد

أ. محمد ناصر الناصر

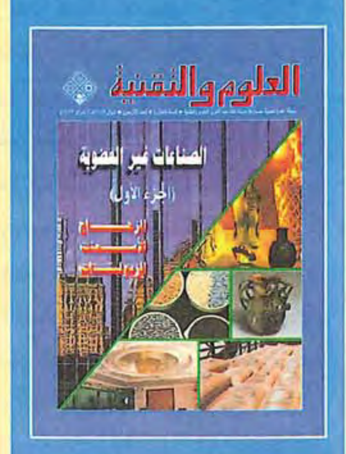
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والاخراج

طارق يوسف

عبد السلام ريان

عرفة السيد العزب





شركة الجبس الأهلية

تأسست شركة الجبس الأهلية عام ١٣٧٨هـ الموافق ١٩٥٨م، وهي بذلك من أولى الشركات الرائدة التي دخلت في مجال الصناعة والتعدين في المملكة العربية السعودية بصفة خاصة ومنطقة الخليج بصفة عامة.

ويقع المقر الرئيس للشركة بمدينة الرياض ولها فروع في كل من جدة وينبع والدمام والمدينة المنورة.

امتياز الشركة

تمتلك الشركة حق استغلال محاجر الجبس الواقعة بمنطقة المراغة في طريق الخرج بالرياض بموجب امتياز استغلال الجبس الصادر بالمرسوم الملكي رقم ٥/٥/٥٨٣ بتاريخ ١/٣/١٣٧٦هـ. كما تمتلك أيضاً حق استغلال محاجر الجبس الواقعة في طريق ينبع أملج.

نشاط الشركة

تقوم الشركة بتصنيع الجبس الخام بمصانعها إلى منتجات متعددة لمواجهة متطلبات التطور العمراني بالمملكة، وهي بذلك تعمل في خدمة مجالات التعدين والصناعة والإسكان.

مصانع الشركة

تمارس الشركة نشاطها في مجال إنتاج وتسويق الجبس والمنتجات الجبسية في كل من الرياض وينبع من خلال المنشآت الصناعية التالية :-

١- مصنع لإنتاج وتصنيع الجبس في كل من الرياض وينبع بطاقة إنتاجية قدرها ٣٣٠ ألف طن سنوياً، وجاري العمل على إجراء توسعة لمصنع الشركة بينبع لتصبح الطاقة الإنتاجية ٥٠٠ ألف طن سنوياً في نهاية عام ١٩٩٧م.

٢- مصنع الألواح الجبسية (البلاستربورد Plasterboards) بالرياض بطاقة سنوية قدرها ٦ مليون متر مربع ومزودة بوحدة تغليف لجميع مواد الديكور، بالإضافة إلى مصنع بنفس الطاقة الإنتاجية في ينبع لتصبح الطاقة الإجمالية ١٢ مليون متر مربع من الألواح الجبسية في نهاية عام ١٩٩٧م.

٣- مصنع للزخارف الجبسية يقوم بإنتاج البلاطات الزخرفية من الجبس مقاس ٦٠×٦٠سم آلياً بطاقة إنتاجية قدرها ١٥٠ ألف متر مربع سنوياً، بالإضافة إلى الكرانيش والديكورات الجبسية الأخرى.

٤- مصنع جبس الرش والجبس اللاصق بطاقة قدرها ٤٨ ألف طن سنوياً، وقد جهز هذا المصنع لإنتاج نوعيات مختلفة أساسها الجبس مثل جبس الرش بالفينير والجبس المقاوم للحريق والعازل للصوت ومواد اللصق الجبسية وغيرها من المواد التي يدخل الجبس في تصنيعها وتخدم صناعة البناء.

٥- امتداداً لنشاط الشركة لمضاعفة خدمة عملائها في الخليج فقد تم إنشاء مصنع للجبس في دولة قطر بطاقة إنتاجية قدرها (٦٠) ألف طن

سنوياً بالمشاركة مع الشركة القطرية للصناعات التحويلية والشركة العامة لأسمنت قطر، حيث بدأ الإنتاج الفعلي لهذا المصنع في شهر أكتوبر عام ١٩٩٣م.

أنواع منتجات الشركة

هناك العديد من أنواع المنتجات التي تقوم الشركة بإنتاجها والتي تتمثل في التالي :-

* **جبس التلييس (الجبس العادي):** ويتكون من كبريتات الكالسيوم نصف المائية بنسبة لاتقل عن ٨٠٪ ويستخدم في عمليات التلييس الداخلي لجميع الحوائط والأسقف، ويمتاز بلونه الأبيض وعزله للحرارة ومقاومته للرطوبة، كما يستخدم في تثبيت جميع الديكورات الجبسية.

* **مساحيق الرش:** وتتكون من خام الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) بنقاوة تصل إلى ٩٠٪، كما تحتوي على بلورات خام الجبس ويتم رشها على الحوائط الداخلية والخارجية، وهي مقاومة للأمطار والرطوبة.

* **حوائط جبسية:** وتتكون أساساً من مادة الجبس المصنع حيث يتم بواسطتها تغليف نوعية خاصة من الورق المقوى، وتمتاز تلك الحوائط الجبسية بسهولة التركيب والإنشاء وانخفاض تكلفة الإنشاء مقارنة بطرق البناء التقليدية، ويتم إنتاج العديد من أنوع الحوائط الجبسية، فمنها العادي، والمقاوم للحريق، والمقاوم للرطوبة، وتستخدم تلك الحوائط الجبسية في تكسية الحوائط الأسمنتية وكقواطع في المباني.



مصنع بودرة الجبس

* **منتجات جبسية أخرى:** وتشمل الجبس الزراعي، وجبس الرش، والجبس اللاصق، وجبس الغراء، فالجبس الزراعي يتكون من كبريتات كالسيوم مائية بنسبة لاتقل عن ٧٠٪ وكربونات كالسيوم بنسبة تتراوح بين ١٠٪ و ١٥٪ وأكاسيد حديد وأكاسيد ألمنيوم بنسبة ١,٢٪ وكلوريد صوديوم في حدود ٠,٥٪. ويستخدم الجبس الزراعي في تحسين خواص التربة ومعالجة الأملاح الضارة والقلويات الموجودة بالتربة، ويتميز بأنه غير مكلف وسهل الاستعمال فضلاً عن انخفاض آثاره السلبية على البيئة المترتبة على استعماله مقارنة بالمضافات الكيميائية الأخرى المستعملة في تحسين خواص الأراضي الزراعية.

أما بالنسبة لجبس الرش فيستعمل كطبقة جبسية أحادية (واحدة) برشها على الجدران والأسقف، وهو ذو قوة لصق عالية ووزن خفيف وعازل حرارياً ومقاوم للحريق. في حين يستعمل الجبس اللاصق في لصق الحوائط الجبسية على الجدران الخرسانية ولصق البوليستيرين والألواح ذات الألياف المعدنية على الحوائط، ويستعمل جبس الغراء كلاصق ومقاوم للماء للمنتجات التالية: بلاط السيراميك، وبلاط الأرضيات، والبلاط الرخامي، والبلاط الفسيفسائي.



خط أنتاج الحوائط الجبسية

الخطط المستقبلية:

تسعى الشركة لتطوير وتوسيع إنتاج وتصنيع الجبس لتغطية أسواق المملكة والدول الخليجية والدول المجاورة، حيث سيبدأ العمل قريباً في تركيب مصنع الجبس الجديد بالرياض بطاقة إنتاجية تصميمية قدرها ١٥٠ ألف طن سنوياً.



الصناعات غير العضوية هي الصناعات التي تعتمد على المواد غير العضوية (Inorganic Materials) كمواد خام في إنتاج مواد مصنعة ، ولذلك فهي تشمل كل الصناعات المعتمدة على فلزات الجدول الدوري الموجودة طبيعياً ـ ١٠٩ فلزات حتى الآن ـ ماعدا الصناعات المعتمدة على المركبات الهيدروكربونية ، وهي بذلك لا تشمل الصناعات ذات المصدر الحيوي مثل الصناعات البتروكيميائية والغذائية وغيرها .

تعتمد الصناعات غير العضوية بصفة أساس على المواد الموجودة في القشرة الأرضية حيث تشمل على سبيل المثال صناعة الأسمنت ،والزجاج ،والألياف غير العضوية ،والكبريت ،والأحماض ، والجبس، والغازات الصناعية .

يشكل عنصري الأكسجين والسيليكون أكثر من ٧٤٪ ـ من وزن العناصر الموجودة في القشرة الأرضية ، جدول (١) ، كما يمثل هذين العنصرين حوالي ٨٤٪ من الذرات الموجودة في تلك القشرة ، ويرتبط السيليكون مع الأكسجين لتكوين ما يعرف بمعدن السيليكا (SiO_2) في حالة السيليكون والأكسجين فقط أو السيليكات التي تختلف حسب نوع الفلز أو الفلزات الموجودة في التفاعل ، إضافة للمعادن السيليكونية توجد في القشرة الأرضية وبشكل طبيعي معادن أخرى على شكل فلزات حرة ، ومجموعة كربونات وهاليدات وأكاسيد وكبريتات وكبريتيدات .. الخ ، ويوضح جدول (٢) أمثلة تلك المجموعات

الفلز	الكمية في القشرة الأرضية (٪) وزناً	جزئياً
أكسجين (O)	٤٦,٦	٦٢,٦
سيليكون (Si)	٢٧,٧	٢١,٢
ألمنيوم (Al)	٨,١	٦,٥
حديد (Fe)	٥,٠	١,٩
كالسيوم (Ca)	٣,٦	١,٩
صوديوم (Na)	٢,٨	٢,٦
بوتاسيوم (K)	٢,٦	١,٤
مغنسيوم (Mg)	٢,١	١,٨
أخرى	١,٥	٠,١

جدول (١) أهم محتويات القشرة الأرضية من الفلزات (٪) .

الموجودة طبيعياً في القشرة الأرضية .

مما سبق ذكره يمكن تقسيم الصناعات غير العضوية إلى صناعات تعتمد على خامات السيليكون ـ صناعات سيليكونية ـ وصناعات تعتمد على خامات غير سيليكونية والتي سيتم تناولها في أعداد أخرى من هذه المجلة .

الصناعات السيليكونية

تعتمد هذه الصناعات إما على مادة السيليكا (SiO_2) أو على مواد السيليكات ، وهي تختلف باختلاف المواد المتفاعلة مع عنصري السيليكون والاكسجين ، وتعد السيليكات من أكثر المواد انتشاراً في القشرة الأرضية ، حيث تضم حوالي ثلث العناصر الطبيعية ، كما أنها تشكل أكثر من ٩٥٪ من وزن المعادن الموجود في القشرة الأرضية . وعليه تعد المواد الخام اللازمة للصناعات السيليكونية الأكثر وفرة مقارنة بمواد الصناعات غير السيليكونية .

تتكون السيليكات من بنية أساسية يكون فيها السيليكون متصل بأربع ذرات أكسجين تقع على رؤوس منشور ثلاثي رباعي الأوجه توجد في مركزه ذرة السيليكون ، شكل (١) . ونظراً لقابلية ذرة الأكسجين للربط بين ذرتي سيليكون فإنه بالامكان تكوين سلسلة معقدة من ذرات الأكسجين والسيليكون يمكنها الارتباط بأيونات معادن مثل K^+ أو Na^+ أو Al^{+3} أو بسلسلة أخرى . ويوضح جدول (٣) الأشكال المختلفة لمجموعات معادن السيليكات .

تختلف الصناعات المعتمدة على مركبات السيليكون حسب المادة الخام المستخدمة لتصنيع المنتج النهائي ، ومن



● شكل (١) يوضح البنية الاساسية للسيليكات.

المجموعة	أمثلة
فلزات حرة	ذهب ، فضة ، الماس ، جرافيت .
كربونات	كالسيت ، دولوميت .
هيليدات	هيلايت ، فلورايت .
أكاسيد	هيماتايت ، ماجنيتايت .
كبريتات	جبس .
كبريتدات	جالينا ، بايرايت .

جدول (٢) أشكال المعادن غير السيليكونية الموجودة في القشرة الأرضية .

أهم تلك الصناعات مايلي :

● الزجاج

يصنع الزجاج بشكل أساس بصهر وتشكيل مادة السيليكا (SiO_2) التي يمكن الحصول عليها إما من الكوارتز أو الرمل أو الحجر الرملي حيث يعد الزجاج المصنع من الكوارتز - زجاج الكريستال - الأكثر جودة نسبة لدرجة النقاوة العالية الخاصة بالكوارتز وتبلوره ، وتنخفض درجة جودة الزجاج بزيادة نسبة الشوائب الموجودة في الرمل .

وتختلف المضافات اللازمة - تضاف بنسب قليلة - لتصنيع الزجاج حسب المنتج النهائي وخواصه الفيزيائية ، ومن أهم المضافات الخاصة بصناعة الزجاج مساعدات الصهر - مخفضات درجة الانصهار - مثل كربونات الصوديوم وحامض البوريك ، ومواد تحسين الخواص الفيزيائية مثل كربونات الكالسيوم المستخدمة لاكساب الزجاج صلابة ومقاومة الكهرباء والتمدد ودرجات الحرارة العالية ، وفضلاً عن ذلك يمكن إضافة الملونات وبنسب قليلة جداً إلى عجينة الزجاج لاكسابها لوناً معيناً حسب المادة المضافة . ومن أمثلة هذه الملونات أكسيد الحديد لاضفاء اللون البني الداكن ، وأكسيد الكوبالت لاضفاء اللون الأزرق وأكسيد الكادميوم للَّون الأحمر وأكسيد الكروم للَّون الأخضر الفاتح . وهكذا ...

وتختلف قولبة الزجاج حسب نوع المنتج حيث أن هناك طرق قولبة معينة لصناعة الزجاج المسطح وأخرى لزجاج القوارير وأخرى للقضبان والأنابيب الزجاجية .

● الألياف غير العضوية

الألياف غير العضوية هي شعيرات - بمقطع أقل من ٠,٠٥ مم٢ - تصنع من الفلزات ، وتستخدم في مجالات صناعية عدة مثل التقوية والعزل الحراري حيث يمكن أن تكون ذات مرونة عالية لتحمل الشد ودرجات الحرارة العالية .

تصنع الألياف غير العضوية إما من المواد السيليكونية أو غير السيليكونية ، وهي تتنوع حسب المواد المستخدمة في تصنيعها وذلك كما يلي :

* **الألياف السيليكونية :** وهي ألياف تكون مادة السيليكا المكون الأساس من مواد تصنيعها ، وهي تشمل ألياف الأسبستوس ، والألياف الزجاجية النسيجية ، والألياف البصرية ، والألياف المعدنية العازلة وألياف كربيد السيليكون .

لم تعد ألياف الاسبستوس ذات أهمية اقتصادية بسبب مضارها الصحية ،حيث اكتشف في أواخر السبعينيات أنها من المواد المسرطنة ، وعليه تعد الألياف الأخرى الأكثر أهمية ،حيث تستخدم لأغراض عدة حسب النوع المنتج ، فعلى سبيل المثال تستخدم الألياف الزجاجية النسيجية بصفة أساس في تقسية المواد البلاستيكية بجانب تقسية الأسمنت فضلاً عن أهميتها كمرشحات للغبار وتغليف السجاد ، أما الألياف البصرية فيكثر استخدامها في مجالات الاتصالات ، إضافة لذلك تستخدم الألياف السيليكونية - الصوف الزجاجي ، والصوف الصخري ، وصوف الخبث المعدني وصوف الخزف - في مجالات العزل الحراري خاصة في الأماكن المعرضة للحريق بسبب مقاومتها لدرجات الحرارة العالية . من جانب آخر تستخدم ألياف كربيد السيليكون إما لطلاء ألياف الكربون والتنجستن أوكمواد عازلة للحرارة.

* **الألياف غير السيليكونية :** وتشمل ألياف الكربون - اللباد ، والصوف ، والنسيج - إضافة إلى ألياف أكسيد الألومنيوم ، والبورون والألياف المعدنية .

تستخدم ألياف الكربون في مجالات العزل الحراري ولمنع التآكل إضافة إلى أهميتها كمواد حاملة للمواد المحفزة ، أما ألياف أكسيد الألومنيوم فستخدم في مجال العزل الحراري وفي صناعة الحديد والفولاذ والتقسية . من جانب تستخدم ألياف البورون بشكل رئيسي في صناعة قطع الطائرات والمركبات الفضائية ، بينما تستخدم الألياف المعدنية - فولاذ ، وفولاذ مقسي وتنجستن - حسب نوع المعدن حيث تستخدم الألياف الفولاذية كمواد ترشيح ومخفضات للصوت ولتقسية المطاط والخرسانات بينما تستخدم ألياف التنجستن في مجال الإضاءة .

● الزيوليتات

الزيوليتات هي معادن ألمينوسيليكاتية متبلورة وذات مساحة سطحية عالية تقع بها مراكز فعألة للتبادل الكاتيوني ، مما يكسبها نشاطاً أو فعالية عالية تؤهلها لأن تؤدي دوراً فاعلاً كمحفزات لعدد كبير من

الشكل		الصفة الكيميائية للجزيء	نسبة السيليكون للأكسجين	مثال
رباعي منفصل		$(SiO_4)^{-4}$	١ : ٤	أوليفين
سلاسل رباعية متصلة - سلسلة واحدة		$(SiO_3)^{-2}$	١ : ٣	مجموعة البايروكسين
- سلسلتين		$(Si_4O_{11})^{-6}$	٤ : ١١	مجموعة الأمفيبول
صفائح متصلة		$(Si_4O_{10})^{-4}$	٢ : ٥	المايكا
شبكة ثلاثية الأبعاد		(Si_2O)	١ : ٢	الكوارتز

جدول (٣) الأشكال المختلفة لمعادن السيليكات .

التفاعلات الكيميائية .

تتواجد الزيوليتات بشكل طبيعي كصخور رسوبية نتجت عن تفاعل الماء مع الرماد البركاني تحت ظروف جيولوجية مختلفة . إضافة لذلك يمكن تصنيع الزيوليتات التركيبية إما من مواد خام طبيعية أو تركيبية .

تستخدم الزيوليتات كمبادلات أيونية ، وعوامل ادمصاص وكمحفزات في مجال الصناعات البترولية والبتروكيميائية مثل : عمليات التكسير الحفزي ، والهيدروجيني ، والألكلة ، والتماكب ، وعمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية .

● الخزف

الخزف عبارة عن منتجات طينية تختلف أنواعها حسب نوع الطين المستخدم، فعلى سبيل المثال تنتج مواد البناء مثل الطوب والفخار والمواسير من الطين الثانوي ، بينما تنتج الحراريات مثل أواني الصهر والمواقد من طينة تحتوي على مواد تتحمل درجات الحرارة العالية مثل الكوارتز والزركون ، أما العوازل الكهربائية مثل المفاتيح الكهربائية فتنتج من طين الكاولين (البورسلان) ، من جانب آخر تنتج الأواني المنزلية والتحف من طينات البورسلان والخزف الحجري .

تشمل المواد الأولية لصناعة الخزف بجانب الطين كل من مساعدات الصهر مثل الفلسبار والسيليكا ، والمواد الجيرية مثل الطباشير والرخام ، ومواد إضافية تخلط لخلطة الطين إما لتحسين صفاته أو تلوينه .



● أحد منتجات الخزف

● مركبات سيليكونية أولية

إضافة لأهمية السيليكون كمكون أساس في صناعة الزجاج والأسمنت .. وغيرها يمكن استخدام عدة مركبات سيليكونية أخرى - هيدرات وهاليدات وسلفيدات السيليكون - كمواد أولية في صناعات غير عضوية عديدة منها صناعة الألياف البصرية ، والموصلات الضوئية ، وطبقات السيليكون غير البلوري ، وشاشات الطباعة وغيرها .

● الأسمنت

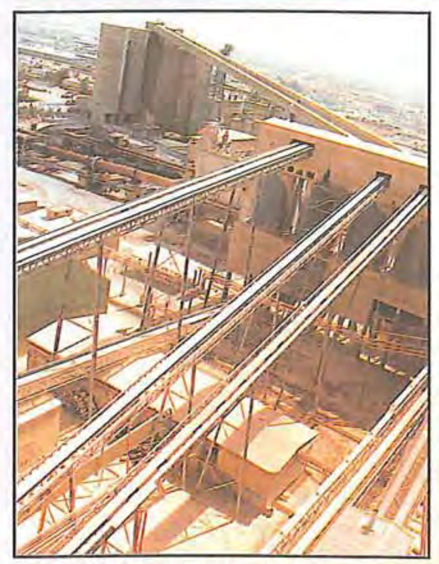
تطلق كلمة الأسمنت على كل مادة لها خاصية تماسك بعضها مع بعض أو مع مواد أخرى ، ويعد الأسمنت البورتلاندي من أهم أنواع الأسمنت حيث أنه الأكبر حجماً في مجال التصنيع ، إذ لا يمكن الإستغناء عنه حالياً في مجال المباني والمنشآت .

تعد خامات تصنيع الأسمنت البورتلاندي - الجير، والطين ،والحديد - من أكثر المواد وفرة في القشرة الأرضية ، ولذلك فان انتاجه لا تتحكم فيه مناطق أو دول بعينها رغم أنه قد ينشأ - في بعض الأحيان - شح في خامة معينة يتطلب استيرادها من منطقة أخرى .

يصنع الأسمنت بخلط نسب معينة من المواد الجيرية والطينية والحديد ثم طحنها وحرقها عند درجة حرارة ١٥٠٠°م لإنتاج مادة الكلنكر - تتكون من سيليكات ثلاثي الكالسيوم ، وسيليكات ثنائي الكالسيوم ، وألومينات ثلاثي الكالسيوم ، وألومينات حديد رباعي الكالسيوم - التي تمثل ٩٠٪ من مادة الأسمنت . تضاف لمادة الكلنكر مادة الجبس بنسبة ٣٪ - ٥٪ للتحكم في عملية تصلب الأسمنت بعد الإماهة . وتحدد صفات الأسمنت حسب النسب المئوية لمكونات الكلنكر مما ينتج عنه أنواع عدة من الأسمنت مثل : الأسمنت العادي ، والأسمنت المعدل ، والأسمنت سريع التصلد ، والأسمنت منخفض الحرارة ، والأسمنت المقاوم للكبريت وأنواع أخرى .

الصناعات اللاعضوية الأخرى

الصناعات اللاعضوية غير السيليكونية تشمل الصناعات غير العضوية التي ينعدم فيها عنصر السيليكون (Si) كمادة خاملة ، وهي بذلك تشمل الصناعات التي تأتي المواد الخام اللازمة لها من حوالي ٥٪ وزناً من مواد القشرة الأرضية رغم أن جزءاً من هذه المواد قد يأتي من الغلاف الجوي - النيتروجين والأكسجين وبعض الغازات الخاملة - أو الغلاف المائي . وتتمثل هذه الصناعات في العديد من مستلزمات الحياة العصرية سواء أكان في شكل مواد نهائية مصنعة أم مواد صنعية أولية لصناعات أخرى ، ومن أهم تلك الصناعات مايلي :



● أحد مصانع الأسمنت بالمملكة العربية السعودية

● الكبريت

تنبع أهمية الكبريت في الصناعة في أن ٩٠٪ منه يستخدم في صناعة حامض الكبريتيك الذي يدخل كمادة أساسية في العديد من الصناعات مثل الأسمدة ، وصناعة الحديد والصلب ، والبطاريات السائلة ، ومواد التنظيف ، وتكرير النفط ، ومعالجة المياه ، والصناعات الدوائية .. وغيرها .

يوجد الكبريت طبيعياً على شكل كبريت بركاني حر ، أو كبريت رسوبي مثل الجبس والبايرايت ، أو كبريت نفطي . ولذلك فإن الطرق المختلفة لتصنيعه تختلف باختلاف مصدره .

● الأحماض المعدنية

الأحماض المعدنية هي الأحماض التي تتكون من هيدروجين وشبه معدن أو معدن وأكسجين ، وهي إما أحماض أكسجينية مثل حامض الكبريتيك (H_2SO_4) ،

الفسفور (H_3PO_4) والنيتروجين(HNO_3)، أو هيدروجينية مثل حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) ، وفلوريد الهيدروجين (HF) ، والكبريت (H_2S) .

تصنع الأحماض بطرق تختلف باختلاف أنواعها والمواد الخام لكل نوع ، وهي تستخدم للعديد من الأغراض الحياتية ، فمثلاً تعد صناعة الأسمدة وأحماض البطاريات من أهم صناعات حامض الكبريتيك ، بينما تعد صناعة الأسمدة من أهم الصناعات المعتمدة على حامض النيتروجين ، أما حامض الفسفور فيعتمد عليه في صناعة الأسمدة الفسفورية والمنظفات والأدوية ومعالجة المياه . من جانب آخر يستهلك حامض كلوريد الهيدروجين بصفة أساس في صناعة المواد الكيميائية والصيدلانية والصناعات الغذائية ، بينما يدخل حامض فلوريد الهيدوجين في الحفر على الزجاج ، صناعة الفريون وفلوريدات المعادن وغيرها .

● الفسفور

تعد مادة الفلور اباتايت [$3Ca_3(PO_4)_2$ Ca $(FCl)_2$] من أهم مصادر الفسفور في الطبيعة ، ومن أهم الصناعات المعتمدة على الفسفور صناعة الأسمدة الفوسفاتية ، والمنظفات ، صناعة الأغذية ، صباغة المنسوجات ، الصناعات البترولية ، صناعة الأخشاب ، ومستحضرات التجميل ، صناعة الخزف ، ومعاجين الأسنان .

● الأصباغ غير العضوية

الأصباغ غير العضوية عبارة عن حبيبات دقيقة من مركبات معدنية تستخدم كملونات ، وتصنف الأصباغ إلى أصباغ بيضاء مثل ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) وكبريتيد الزنك (ZnS) ، وأكسيد الزنك (ZnO) ، وأصباغ ملونة مثل أكاسيد الحديد الطبيعية والصناعية وأكسيد الكروم (Cr_2O_3) ، ومركبات الكادميوم ومركبات البزموت ، ومركبات الكروميت وأسود الكربون .

● الجبس

الجبس عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) ، وهو مادة بيضاء تستخدم بصفة أساس في البناء سواء في الجدران والأسقف أو الديكور، وكذلك تدخل في صناعة الطباشير بأنواعه والدهانات والجبس الطبي الذي يستخدم في تجبير الكسور وكقوالب في طب الأسنان .


● خط انتاج وحدات زخرفية من الجبس للديكور

● الصناعات النووية

الصناعات النووية هي صناعات خاصة بانتاج الطاقة سواء كان للأعراض السلمية - مجالات الطاقة والطب والزراعة والصناعة - أو المجالات العسكرية لإنتاج الأسلحة النووية . تعتمد الصناعات النووية بصفة أساس على استخراج وإنتاج عنصر اليورانيوم من الصخور المحتوية له على هيئة كعكة صفراء ومن ثم معالجتها لتصبح وقود نووي .

● مركبات الصوديوم والكلور

يدخل عنصري الصوديوم (Na) والكلور (Cl) في كثير من المركبات الكيميائية ذات الأهمية الاقتصادية ، ومن أهم تلك المركبات كلوريد الصوديوم ($NaCl$) ملح الطعام المعروف ، وكربونات (Na_2CO_3) وبيكربونات ($NaHCO_3$) وهيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) التي تستخدم في صناعات عديدة مثل : المنظفات والمواد الكيميائية والنسيج والورق والزجاج . من جانب آخر هناك مركبات أخرى لها أهمية صناعية أقل مثل كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) في صناعة الورق والمنظفات ومزيلات الألوان ومنتجات التصوير ، وهيبوكلوريت الصوديوم ($NaOCl$) المستخدمة كمطهر ومزيل للروائح الكريهة في مياه الصرف الصحي وكمزيل للألوان في الملابس ، و صناعة الورق .

● الغازات الصناعية

تشمل أهم الغازات الصناعية مايلي :

* **ثاني أكسيد الكربون (CO_2) :** ويكتسب أهميته الصناعية في المشروبات الغازية ، وصناعة الثلج والمثلجات ، وحفظ الأطعمة ، وفي إطفاء الحرائق وبعض الصناعات الكيميائية . ويصنع ثاني أكسيد الكربون إما بحرق المواد الكربونية مثل زيت الوقود ، الغاز ، الفحم الحجري ، كربونات الكالسيوم ، أو كمادة ثانوية في صناعة التخمير .

* **الهيدروجين (H_2) :** ويصنع بصفة أساس بوساطة التحليل الالكتروليتي للماء ، وهو يستخدم أساساً كوقود فضلاً عن استخدامه في صناعة غاز النشادر (الأمونيا) ولهدرجة الزيوت النباتية وصناعة الصواريخ .

* **الأكسجين :** وهو إضافة إلى أنه من نواتج التحليل الالكتروليتي للماء يمكن تصنيعه بواسطة تسييل الهواء الجوي حيث يمكن فصله من النيتروجين الذي يمثل حوالي أربعة أخماس الهواء الجوي من حيث الحجم بينما يمثل الأكسجين حوالي الخمس الباقي . يدخل الأكسجين في صناعة الحديد والصلب الخام ، الأستيلين ، وصناعة النشادر ، والميثانول ، وفضلاً عن ذلك يستخدم في مجالي الصناعات البترولية والبتروكيميائية وفي المجالات الطبية وصناعة الصواريخ وفي تزويد رواد الفضاء ومتسلقي الجبال بالهواء اللازم .

* **أكسيد النيتروجين :** ويستخدم عند خلطه بالأكسجين في تخدير مرضى العمليات الجراحية ، ويصنع بتسخين مادة نترات النشادر عند درجة حرارة ٢٠٠م .

* **الهيليوم (He) :** وهو من الغازات الخاملة ، ويستخرج من الغاز الطبيعي عند درجة حرارة منخفضة . يستخدم غاز الهيليوم في استكشاف البترول ، السائل منه يستخدم لتبريد الأجهزة الالكترونية ، والصناعات الجوية ، والصناعات النووية فضلا عن أهميته في صناعة المصابيح الملونة .

● الأسمدة

تعد الأسمدة الفسفورية والنيتروجينية والبوتاسية من أهم الأسمدة غير العضوية حيث أنها الأكثر انتاجاً . تأتي الأسمدة الفسفورية على شكل سوبر فوسفات ، وثلاثي سوبر فوسفات ، وفوسفات أمونيا ، ويتم الحصول عليها من تفاعل الأحماض غير العضوية وحامض الفسفور مع الفلزات المعدنية . أما الأسمدة النيتروجينية فمن أمثلتها نترات الأمونيوم ، وكبريتات الأمونيوم ، ويتم تصنيعها بواسطة تفاعل الأمونيا مع الأحماض غير العضوية مثل حامض الكبريت وحامض النتريك .

تعد أسمدة كلوريد البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم ، ونترات البوتاسيوم من أهم الأسمدة البوتاسية ، ويتم صناعتها من تفاعل حامض الكبريت أو حامض النتريك أو حامض كلوريد الهيدروجين مع أملاح البوتاسيوم ، أو من تفاعل أملاح البوتاسيوم بعضها مع بعض في وجود الماء .

● المحفزات

تستخدم المحفزات في العديد من المجالات الصناعية مثل مجالي البترول والصناعات البتروكيميائية بشكل أساس للحصول على مواد كيميائية غير عضوية مثل صناعة النشادر (Ammonia) وغاز الاصطناع ، وكذلك للحصول على العديد من المواد الكيميائية العضوية مثل تحويل البنزين إلى نايلون ـ ٦٦ وغيرها ، وفي انتاج الوقود الصناعي (الجازرلين من الفحم) ، وفي تقنية البترول كما في عمليات التكسير الحفزي وإعادة التشكيل الحفزي ، والألكلة والتكسير المهدرج ، والتنقية الهيدروجينية . تصنف المواد المحفزة غير العضوية إلى الأصناف التالية :

ـ مركبات معدنية وخلائط من الأكاسيد والأملاح وسلفيدات المعادن .

ـ محفزات معدنية ثنائية الوظيفة ومعقدات غير عضوية (Inorganic Complexes) .

عالم في سطور

جيمس إدوار روثمان
(James E. Rothman)

● الاسم : جيمس إدوار روثمان
● الجنسية : أمريكي
● تاريخ ومكان الميلاد : ١٩٥٠م ، الولايات المتحدة الأمريكية .
● المؤهلات العلمية :
* بكالوريوس كلية ييل (العلوم الأساس)، الولايات المتحدة الأمريكية ، عام ١٩٧١م.
* درجة الدكتوراه ، قسم الكيمياء الأحيائية، كلية الطب ، جامعة هارفارد ، ماساشوستس ، الولايات المتحدة الأمريكية.

الوظيفة الحالية :

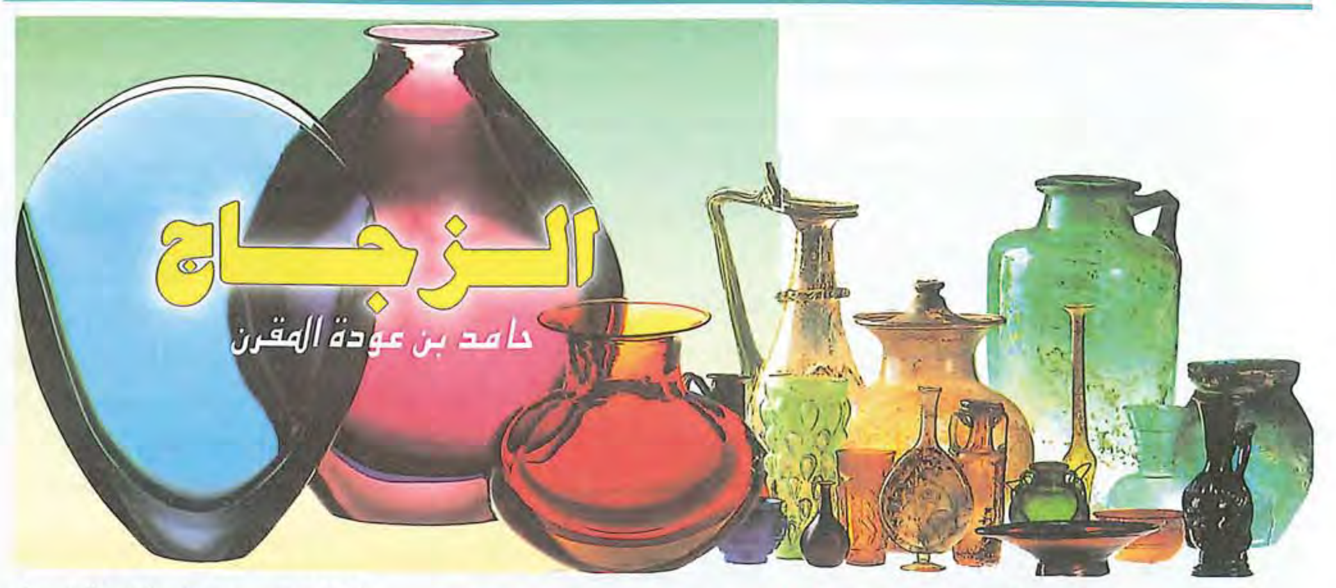
أستاذ كرسي بول أ. ماركس ورئيس برنامج كيمياء أحياء الخلية والفيزياء الأحيائية في مختبر روكفلر للبحوث ، مركزسلون كترنج التذكاري لبحوث السرطان ونائب رئيس معهد سلون كترنج،نيويورك،الولايات المتحدة الأمريكية.

● أعماله :
* زمالة قسم علم الأحياء في معهد ماساشوستس التقني .
* أستاذ مساعد للكيمياء الحيوية في جامعة ستانفورد ، عام ١٩٧٨م .
* أستاذ كرسي الكيمياء الحيوية في جامعة ستانفورد ، عام ١٩٨٤م .
* أستاذ كرسي أ.ر. سكويب للأحياء الجزيئية في جامعة برنستون ، عام ١٩٨٨م .
* أستاذ كرسي بول أ. ماركس في معهد كترنج في نيويورك ، عام ١٩٩١م .
* محاضر في كبرى المراكز العلمية داخل الولايات المتحدة الأمريكية وخارجها .
* عضو في هيئات تحرير العديد من المجلات العلمية المتخصصة،ورئيس منتدى جوردون للأحياء الجزيئية للأغشية .

● الإنجازات العلمية :
* ابتكار طريقة فريدة لتمثيل الانتقال الخلوي للبروتينات مستخدماً مستخلصات خالية من الخلايا ، وعلى وجه الخصوص، فقد تمكن من تمثيل انتقالها بين أقسام أجسام جولجي (Golgi bodies) وسريانها عبر الأغشية ، خطوة بخطوة ، الأمر الذي ساعد كثيراً في تفسير نظم انتقال البروتينات ومعرفة مساراتها الإفرازية داخل الخلية ، وفتح المجال أمام العديد من البحوث المتعلقة بمسارات العناصر والمركبات الخلوية الأخرى .
* نشر ـ مع زملائه ـ ١٣٥ بحثاً في الدوريات العلمية المتخصصة .

● الجوائز والتقدير العلمي :
* منحة كلية ييل ، ١٩٧٠م ـ ١٩٧١م .
* زمالة أندرو و.ميلون، ١٩٧٩م ـ ١٩٨٤م .
* منحة مؤسسة دريفوس ، ١٩٨١م ـ ١٩٨٦م .
* جائزة إيلي ليلي للبحوث الأساس في الكيمياء الأحيائية ، ١٩٨٦م .
* جائزة باسانو للباحثين الشبان ، ١٩٨٦م.
* جائزة الكسندر فون همبولدت ، ١٩٨٩م.
* جائزة هنريتش وايلاند ، ١٩٩٠م .
* عضوية الأكاديمية الأمريكية القومية للعلوم ، ١٩٩٣م .
* جائزة روز انستايل للعلوم الطبية الحيوية ، ١٩٩٤م .
* زمالة الأكاديمية الأمريكية للآداب والعلوم ، ١٩٩٤م .
* جائزة ف.، د. ماتيا ، ١٩٩٤م .
* جائزة فرتز ليبمان ، ١٩٩٥م .
* جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم (بالاشتراك) عام (١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م).

المصدر : ـ
الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية (١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م).



الزجاج

حامد بن عودة المقرن

يلعب الزجاج دوراً أساساً في الحياة اليومية للإنسان، حيث أنه يستخدم في عدد من المجالات الحياتية، فعلى سبيل المثال يستخدم في المصابيح الكهربائية، ونوافذ المباني، والأدوات المنزلية، وأدوات الزينة وغيرها، كما يستخدم في التطبيقات العلمية، كأدوات المختبرات الكيميائية لكون أنواع منه لا تتأثر بالقواعد أو الأحماض ماعدا حامض فلوريد الهيدروجين (Hydrofluoric Acid - HF)، وفي أجهزة الدراسات الإشعاعية لكونه يسمح برؤية كيفية التعامل مع بعض المواد المشعة دون التعرض لإشعاعاتها، علاوة على أنه يستخدم في المركبات الفضائية لما يمتاز به من صلابة وتحمل للضغوط العالية للهواء خلال الرحلة، وكذلك مقاومته للحرارة العالية عند دخول المركبة الغلاف الجوي الأرضي.

بجانب هذه الاستخدامات الهائلة والواسعة الانتشار نجد أن تكلفة تصنيع الزجاج رخيصة جداً، حيث أن المادة الأساس لتصنيعه - الرمل - متوفرة وميسرة بكثرة في الطبيعة، كما أنه يمتاز عند صهره بسهولة قولبته ونفخه وسبكه، ويمكن عمل ألياف زجاجية منه يصل قطرها إلى ٢,٥ × ١٠-٦ سم، وفي الوقت نفسه نجد أنه بالإمكان عمل عدسات زجاجية ومرايا ذات أقطار هائلة مثل مرآة منظار هالي في كليفورنيا التي يصل قطرها إلى أكثر من خمسة أمتار.

تاريخ صناعة الزجاج

لا أحد يعلم متى وأين تمت أول صناعة للزجاج، ولكن من المؤكد أنه عثر عليه في صورته الطبيعية حول المناطق البركانية، ولكن كثير من الدلائل تشير إلى أن المصريين الأوائل وسكان بلاد مابين النهرين كانوا رواداً في هذه الصناعة حيث اكتشفت قطع زجاجية مصنعة ترجع إلى مصر القديمة في عام ٢٥٠٠ قبل الميلاد، كما وجدت بعض القطع الزجاجية الصغيرة في بلاد ما بين النهرين والتي يتوقع أن يكون عمرها حوالي أربعة آلاف سنة.

بدأت صناعة الزجاج بمصر على شكل أواني بطريقة سكب طبقة من الزجاج المصهور على قالب رملي (Sand Core)، وبعد تصلب الزجاج يزال هذا القالب ليعطي وعاءاً مجوفاً يمكن تزيينه على شكل رسومات جميلة - حسب الرغبة - بزجاج مطحون يضاف ويضغط على سطح الوعاء الزجاجي عند تصنيعه وهو ساخن.

تلا ذلك ظهور تقنية نفخ الزجاج بوساطة الفينيقيين في بلاد الشام، في أواخر القرن الأول قبل الميلاد، وقد إستخدم في هذه التقنية أنبوب حديدي بطول متر ونصف تعلق بأحد طرفيه كتلة من الزجاج المصهور وينفخ النافخ الطرف الآخر، وعند بداية النفخ داخل الكتلة الزجاجية المصهورة يتشكل الزجاج، وعندها يقوم النافخ بهز القضيب الحديدي أو لفه ليحصل على الشكل المطلوب. وقد أدى اكتشاف هذه الطريقة إلى عمل تطبيقات جديدة للزجاج يتم فيهاصنع قطع جميلة من الزجاج ذات جودة عالية.

وعند نهاية القرن الأول بعد الميلاد بدأت الامبراطورية الرومانية باستخدام معظم التقنيات الحالية حيث بدأ استخدام الزجاج للنوافذ، كما بدأ استخدام النقش على الزجاج.

بعد ضعف الإمبراطورية الرومانية أمام الفتوحات الإسلامية، في القرن الرابع والخامس الميلادي بدأت حرفة صناعة الزجاج تأفل في الغرب، ولكنها في نفس الوقت بدأت تزدهر في الشرق، حيث انتشرت هذه الحرفة في أنحاء العالم الإسلامي، وابتكر المسلمون نماذج جديدة لأوانيهم الزجاجية واستخدموا وسائل حديثة في إنتاجهم حتى تفوقت مصنوعاتهم على مصنوعات الخزف التي

كانت شائعة في ذلك الحين ، فبلغت أوجها في القرنين السادس والسابع الهجري بصنع نماذج من الزجاج المحلا بالذهب والمينا لاستخدامها في المساجد والقصور .

خواص الزجـاج

،تعتمد جميع تطبيقات الزجاج لمختلف الاستخدامات اعتماداً أساساً على خواصه مثل الصلابة ، والشفافية ، والمقاومة للمواد الكيميائية ، والانكسار ، ونفاذيته للضوء ، وكذلك معامل التمدد والمتانة والقوة .

يعد الزجاج من السوائل ذات التجمد الفائق (Supercooled Liquid)ـ رغم أنه يبدو وكأنه مادة صلبة ـ بل عبارة عن سائل سميك لا يسيل كغيره من السوائل ، ولايمكن أن يكون الزجاج مادة صلبة لأن جزيئاته غير متبلورة ، ـ باستثناء زجاج الكريستال ـ أي أنها ليست مرتبة في نظام بلوري معين حيث من المشاهد أنه يتأثر بشكل شديد عند انكساره ، وذلك مقارنة بالمواد الصلبة كالأحجار الكريمة التي تنكسر على هيئة خطوط وتشققات على أساس شكلها البلوري . ومع هذه العشوائية في الترتيب فإن للزجاج ميلا للتبلور ، وذلك إذا بلغ من القدم قروناً طويلة ، أو عند تسخينه لدرجة قريبة من الانصهار .

تعتمد كثافة الزجاج على الأوزان الذرية للمعادن الداخلة في تركيبه ، فعلى سبيل المثال تبلغ كثافة الزجاج من نوع الكوارتز ـ يتكون بصفة أساس من السيليكا ـ حوالي ٢ر٢جم/ سم٣ ، أما الزجاج عديد المكونات مثل زجاج المرايا فتصل كثافته إلى ٥ر٢جم /سم٣ ، وفي حالات أخرى مثل الزجاج المحتوي على رصاص ، فإن الكثافة تزيد عن ذلك بكثير .

يتميز الزجاج بعزله الجيد للحرارة والكهرباء ، كما أن مقاومته الكهربائية تتناقص بشدة في الأجواء الرطبة وعند درجات الحرارة العالية . فمثلا تبلغ المقاومة الكهربائية للزجاج القلوي (Alkali Glass) عند درجة حرارة الغرفة فيما بين ١١١٠ إلى ١٩١٠ أوم سم ، أما ثابت العزل الكهربائي فيتراوح بين ٥ إلى ٧ للزجاج عديد المكونات ، وما بين ٥ر٣ إلى ٤ لزجاج السيليكا (الكوارتز) .

وللزجاج ثباتية عالية عند استخدامه كأوعية للمواد الكيميائية والمذيبات ، ولكنه يذوب بسرعة شديدة في بعض الأحماض مثل حامض فلوريد الهيدروجين (Hydrofluoric Acid - HF) ليكون حامض هيكسافلوروسيلك (Hexafluorosilic Acid).

إضافة لذلك فإن الزجاج يتميز بخواص بصرية عالية ، بسبب أن امتصاصه وعكسه للضوء عاليين ، ويمكن تحسينها ببعض الإضافات . كما أن خواصه الميكانيكية تعد – في معظم الأحيان – قريبة من مواصفات الخزف ، لاتصافه بالقساوة وسهولة الكسر .

مكونات الزجـاج

يصنع الزجاج بصفة أساس بصهر السيليكا (SiO_2) المكون الرئيس للرمل ، وتختلف نقاوة الرمل المستخدم في صناعة الزجاج حسب لونه من الأبيض إلى الأصفر أو الأحمر ، حيث يعد الرمل الأحمر أردأ هذه الأنواع لإحتوائه على نسب عالية من أكاسيد الحديد والألمنيوم ، لذلك يستعمل في الزجاج المعتم ، أما الرمل الأبيض فهو الأكثر نقاءاً حيث يكاد ينعدم فيه وجود أكسيد الحديد مما يجعله مناسباً في صناعة الزجاج ذو النقاوة العالية مثل الكريستال والعدسات البصرية وغيرها ، حيث يجب أن تكون نسبة اكاسيدالحديد فيه أقل من ١٪ .

وتختلف مكونات الزجاج حسب غرض الاستخدام إلى ما يلي :–

• زجاج وحيد المكونة

الزجاج وحيد المكونة (Single Component) هو زجاج يحتوي على السيليكا (الكوارتز) فقط التي تم صهرها عند درجة حرارة ١٩٨٢ْم ، ثم يتم تشكيلها لتعطي أجود أنواع الزجاج على الإطلاق لما يتميز به من صلابة عالية جداً ، وخواص عزل كهربائي ، وثبات في التركيب الكيميائي عند درجة حرارة عالية تصل إلى أكثر من ٢٠٠٠ْم .

• زجاج عديد المكونات

ويشمل هذا النوع جميع الأنواع الأخرى من الزجاج التي تتكون من السيليكا ومكونات أخرى تختلف حسب لون وطبيعة الاستخدام لهذا الزجاج . فعلى سبيل المثال يوضح الجدول (١) مدى تأثير نسبة أكسيد الحديد على استخدامات الزجاج المختلفة ، ويختلف دور المكونات حسب دور كل منها في صفات الزجاج وذلك كما يلي :

* **مساعدات الصهر :** وهي مواد يتم مزجها مع السيليكا لتعمل على صهرها عند درجة حرارة أقل من درجة انصهار السيليكا (١٩٨٢ْم) ، وتعد كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) من أهم مساعدات الصهر التي تضاف لمادة

نسبة المادة (٪)		الاستخـــدام
السيليكا (SiO_2)	أكسيد الحديد (Fe_2O_3)	
٩٩,٧٥	٠,٠٠٨	زجاج الكريستال والزجاج البصري
٩٩,٥٠	٠,٠١٣	الزجاج عديم اللون (مستخدم بكثرة)
٩٨,٥٠	٠,٠٣٠	الألواح والحاويات الزجاجية
٩٨,٥٠	٠,١٠٠	زجاج النوافذ والأبواب
٩٧,٥٠	٠,٣٠٠	الزجاج ذو اللون الأخضر
٩٧,٥٠	١,٠٠٠	الزجاج ذو اللون البني

جدول (١) تأثير نسبة أكسيد الحديد على استخدامات الزجاج .

التركيب	النسبة ٪
السيليكا (SiO_2)	٧٠ ـ ٧٤
كربونات كالسيوم ($CaCO_3$)	١٠ ـ ١٣
كربونات صوديوم (Na_2CO_3)	١٣ ـ ١٦

● جدول (٢) نسبة المكونات الرئيسة لزجاج سيليكات الصودا ـ جير (Soda-Lime Silicate).

السيليكا لإنتاج الزجاج المائي – سيليكات الصوديوم – والذي له خاصية الذوبان في الماء ، ولكن عند اضافة كربونات الكالسيوم له كمثبت (Stabilizer) فان المنتج يصبح زجاجاً لا يذوب في الماء ، ويمتاز عن الزجاج المائي بأنه أكثر صلابة وتحملاً ، ويطلق على هذا النوع من الزجاج اسم زجاج سيليكات الصودا – جير (Soda - Lime Silica) ، وهو من أهم أنواع الزجاج عل الاطلاق ، حيث يصنع منه زجاج النوافذ والصفائح والألواح والقوارير والحاويات والمصابيح الكهربائية ويمثل ٩٠٪ من أنواع الزجاج ، وهو بجانب أكسيد الكالسيوم (CaO) والصوديوم (Na_2O) يحتوي على أكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، ويوضح الجدول (٢) المكونات الرئيسة لهذا النوع من الزجاج .

تدخل مادة اكسيد البورون (Boric Oxide) كمادة مساعدة لخفض درجة الانصهار ولتخفيف معامل التمدد في الزجاج فضلاً عن أن مقاومتها الكهربائية والحرارية ومقاومتها للمواد الكيميائية تجعلها تستعمل في صنع الزجاجيات الخاصة بالمعامل الكيميائية وبعض الأواني الزجاجية المستخدمة في الأفران والعازلات الكهربائية وزجاج مكائن الغسيل .

ويطلق على هذا النوع من الزجاج زجاج سيليكات البورون (Boro Silicate Glass) كما يعرف كذلك بزجاج البايريكس (Pyrex) ، ويوضح جدول (٣) مكونات هذا النوع من الزجاج .

تعد كسارة الزجاج (Gullet) من المواد المساعدة للإنصهار ، فهي بجانب فائدتها

التركيب	النسبة ٪
سيليكا	٧٠ ـ ٨٥
أكسيد البورون	١٣ ـ ٢٨
أكسيد الصوديوم	نسبة صغيرة

● جدول (٣) مكونات زجاج البوروسيليكات (Borosilicates).

في إعادة تصنيع الزجاج التالف (Glass Recyle) تساعد على تخفيض درجة حرارة الانصهار ، وعادة ما تكون نسبة كسارة الزجاج منخفضة نسبياً بحيث لا تتعدى ١٠٪ ولكنها في بعض الاحيان قد تزيد عن ٥٠٪ لتصل إلى ٨٠٪ في بعض الحالات ، ويشترط في كسارة الزجاج أن تكون من نفس تركيب الزجاج المراد تصنيعه .

وتعد عملية إعادة تصنيع الزجاج من أهم العمليات الاقتصادية ، حيث تخفض في تكلفة الطاقة اللازمة للانصهار ، وتوفر المواد الأساسية في التصنيع ، وتطبق هذه العملية بشكل واسع حيث تشكل ١٥٪ من صناعة القوارير ، و ٢٠ ـ ٣٠٪ في صناعة المصابيح .

* **المعدلات :** وهي مواد تضاف لتحسين خواص الزجاج مثل الصلابة ومقاومة الكهرباء والتمدد ودرجات الحرارة العالية ، ومن أمثلة هذه المواد كربونات الكالسيوم التي تم ذكرها سابقاً في صناعة زجاج سيليكات الصودا ـ جير .

وبجانب ذلك فان مادة أكسيد البورون ـ اضافة إلى انها مادة مساعدة للانصهار ـ تعد مادة معدلة لصفات الزجاج ، حيث تكسبه خاصية مقاومة للمواد الكيميائية والكهرباء والحرارة .

تعد مركبات الألمنيوم والزنك والرصاص من المواد الشائعة الاستخدام لاكساب الزجاج صفات معينة ، فعلى سبيل المثال تستخدم مادة الألومينا بنسبة ٢٠٪ في بعض أنواع الزجاج المقاوم لدرجات الحرارة العالية وللمواد الكيميائية ، اما أكسيد الرصاص فيضاف بنسبة ١٥٪ أو أكثر للحصول على زجاج الرصاص الذي يستخدم بكثرة في البصريات لتسببه في ارتفاع معامل الانكسار وشدة انتشار الضوء فضلاً عن المقاومة الكهربائية العالية، كما يستخدم هذا النوع من الزجاج في إنتاج المصابيح وأنابيب النيون .

* **الملونات :** وهي اكاسيد ومواد معدنية تضاف بنسب قليلة لعجينة الزجاج لاكسابها لوناً معيناً ، ومن أمثلة ذلك ما يلي:

ـ **اللون البني الداكن :** ويتم باضافة أكسيد الحديد يك (Fe_2O_3) .

ـ **اللون الأصفر مع سمرة :** ويتم بإضافة أكسيد الحديدوز (Fe O) وهو لون قوارير الدواء وبعض المواد الكيميائية .

ـ **اللون الأزرق :** ويتم بإضافة أكسيد الكوبالت (Co O) .

ـ **اللون الأخضر الفاتح :** ويتم بإضافة أكسيد الكروم (Cr_2O_3) .

ـ **اللون الأحمر :** ويتم بإضافة أكسيد الكادميوم (CdO) أو أكاسيد النحاس (Cu O, Cu_2O) أو أكسيد الذهب (Au_2O_3) .

ـ **اللون الأحمر الذهبي :** ويتم بإضافة كلوريد الذهب ($AuCl_3$) .

تصنيع الزجاج

تمزج العجينة الزجاجية مع الكسارة الزجاجية في مكائن خلط تشبة مكائن خلط الأسمنت . ثم تنقل إلى فرن خاص كبير ـ للصهر ـ يطلق عليه خزان الفرن (Tank Furnace) تصل أبعاده إلى ٩م عرضاً و ٤٦م طولا . ويتسع إلى أكثر من ألف طن متري من الزجاج المصهور ، تتم الإضافة لهذا الفرن بشكل متسلسل إلى نهاية العمل ، حيث تشكل بركة زجاجية في قاع الفرن . بعد إتمام صهر العجينة فان الزجاج يبدأ بالظهور، عندها تزال عنه الفقاقيع الهوائية وتقل الحزوز التي تشوهه .

يعتمد زمن عملية الصهر على نوع الزجاج المصهور والمنتج الذي يصنع من

الزجـاج . فقد تأخذ العملية ٣٦ساعة بين بداية الصهر إلى نهاية العمل بالفرن .

بعد ذلك ينقل الزجاج المنصهر إلى فرن تغذية مبطن بطوب حراري يتحمل درجات الحرارة العالية جداً . يزود فرن التغذية بجهاز يعمل على تدفق الزجاج المصهور إلى أجهزة القولبة إما بشكل مستمر أو على شكل وحدات يطلق على الواحدة منها لقيم السد (Gobbing Feeder) حيث تحتوي كل وحدة على زجاج يكفي لانتاج المنتج المعين ، بعدها يتم الانتقال للوحدة التي تليها وهكذا .

قولبة الزجـاج

تختلف قولبة الزجاج حسب نوع المنتج وذلك كما يلي :

• الزجاج المسطح

توجد عدة طرق لقولبة الزجاج المسطح (الألواح الزجاجية) من أهمها :-

* **طريقة فوركاولت :** وتسمى أيضاً طريقة السحب الرأسي ، ويتم فيها سحب الزجاج عمودياً نحو الأعلى من خلال شق في حجر خزفي مقاوم للحرارة بعرض لوح الزجاج المطلوب ، ويضغط مصهور الزجاج بمكابس حيث يجبر للصعود من خلال الشق نحو الأعلى بواسطة شبك معدني إلى الاسطوانات التي تدور بإتجاهين متعاكسين ، وعندما يصل الشبك إلى الاسطوانتين الأوليتين يفصل الشبك المعدني عن اللوح الزجاجي حيث يستمر الأخير بالصعود لمسافة ١٠ أمتار ثم يقطع اللوح الزجاجي الناتج بالمقاسات المطلوبة ، ويبلغ عرض اللوح الزجاجي في هذه الطريقة بحدود ٥ر١ـ ٣ أمتار وبسمك ٧- ١٥مم بينما تبلغ سرعة سحب الزجاج بحدود ٩٥متر/ساعة .

* **طريقة بيتسبورغ :** ويتم فيها سحب الزجاج بواسطة شق في حجر خزفي مغمور في المصهور الزجاجي وليس على سطحه كما في الطريقة السابقة ، ويتراوح عرض لوح الزجاج بهذه الطريقة من حوالي ٢ـ٣متراً وتبلغ سرعة سحب الزجاج ـ سماكته (٣مم) ـ بحدود ١٠٠ـ١١٠متر/ساعة .

* **طريقة ليبي :** ويتم فيها سحب الألواح الزجاجية بدون استخدام الحجر الخزفي ، وتعتمد الطريقة على ادخال شبك من الحديد إلى المصهور الزجاجي ، وذلك على ارتفاع يتراوح من ٦٠ـ٦٥سم ثم يثنى اللوح الزجاجي بتسليط لهب قوي عليه ، ثم يمرر في مجموعة من الاسطوانات التي تعمل كفرن تبريد .

* **طريقة الزجاج العائم (Float Glass Process) :** وهي أحدث طريقة حيث حلت محل الطرق السابقة ، ويتم فيها صهر الزجاج في حوض الفرن وينقل منه بطريقة السحب الأفقي ، فيمر الشريط الزجاجي بين زوج من الاسطوانات ، ثم على حوض من القصدير المصهور ، شكل (١) ، وبما أن كثافة الزجاج أقل من كثافة مصهور القصدير فسيعوم الزجاج على سطح مصهور القصدير . يسخن سطح الزجاج غير الملامس للقصدير لصقله بالنار للحصول على سطحين مستويين ومتوازيين تماماً ، ولما كان سطح مصهور القصدير مستوياً فإن سطحي الزجاج يكونان مستويين ومتوازيين مع بعضهما أيضاً . وبعد ذلك يمر الشريط الزجاجي على سطح القصدير ليدخل فرن التلدين ويقطع بعد ذلك بأجهزة آلية .

تمتاز الألواح الزجاجية الناتجة بهذه الطريقة بسطوحها المستوية والمتوازية تماماً دون اخضاعها إلى عمليات تنعيم وصقل . وينتج عن هذه الطريقة ألواحاً بسماكة ٣مم و ٦مم .

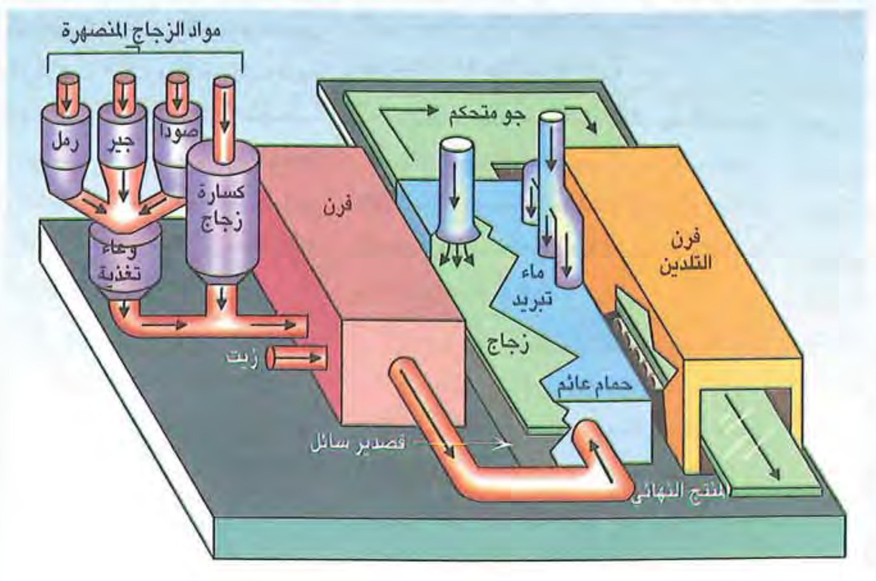
• زجاج القوارير

تعتمد الطريقة القديمة لصناعة القوارير على طريقة النفخ بالفم في القالب بإستعمال ماسورة نفخ مصنوعة من الحديد لإنتاج القوارير الزجاجية .

أما الطرق الحديثة فتعتمد على سحب المصهور الزجاجي إلي القالب ثم قطعه عن المصهور وإرسال الهواء إلى داخل القالب بشكل الهيكل المطلوب . ومن الطرق الحديثة الأخرى ضغط المصهور الزجاجي بكميات محدودة إلى القالب الذي يتألف من قسمين خارجي وداخلي متحرك .

• الأنابيب والقضبان الزجاجية

تصنع الأنابيب والقضبان حديثاً بطرق آليه يتم فيها صهر الزجاج في فرن



• شكل (١) مخطط صناعة الزجاج المسطح بطريقة الزجاج العائم.


● القولبة بالنفخ إحدى الطرق القديمة لصناعة القوارير.

حوضي ثم يؤخذ شريط زجاجي من الفرن بواسطة أنبوب مجوف دوّار مصنوع من الطوب الحراري . ويبدأ السحب من الأنبوب بشكل يدوي وعلى بعد ٢٥ متراً بمسك القضيب بواسطة زوج من الأحزمة المغطاة بعازل ، وبعد أن يخرج القضيب من الأحزمة يقطع إلى الأطوال المطلوبة .

أما الأنابيب فتصنع بنفخ الهواء بالانبوب المجوف . حيث يحدد القطر الداخلي والخارجي في الانبوب بواسطة التحكم في ضغط الهواء المستخدم وسرعة السحب .

أنــواع الزجــاج

مرت صناعة الزجاج بعدة مراحل تم فيها تصنيع عدة أنواع منها تختلف باختلاف الحقب التاريخية التي صنعت أثناءها وكذلك باختلاف المنطقة التي صنعت فيها ، ومن أشهر أنواع الزجاج ما يلي :

● الزجاج الكهرماني

هو زجاج ذو ألوان ممزوجة بين الأصفر والأحمر بحيث يكون الجزء الأسفل منه ذو لون مصفر كهرماني (Amberina) ، يندمج في لون ياقوتي محمر في الجزء الأعلى منه. سجلت براءة اختراعه عام ١٨٨٣م لشركة نيو انجلاند للزجاج في الولايات المتحدة ، وأنتج بكثرة خلال عام ١٨٩٠م . يصنع منه الكثير من الطاولات والحلي المطعمة بالألماس .

● زجاج باكرت (Baccart)

أول ما أنتج في مدينة باكارت (Amberina) الفرنسية في بيت لصنع الزجاج في عام ١٧٦٥م . وأصبح هذا النوع في عام ١٨٠٠م ، من أفضل أنواع الزجاج المقطوع في أوربا. وبعد عرضه في معارض باريس في عام ١٩٢٥م ، أصبح يستخدم في الكثير من أعمال الديكور .

● زجاج دوم

وهو من أهم أنواع الكريستال الحديث ، وقد أنتج بواسطة شركة (Daum) الفرنسية ، ويستخدم عادة في أوعية الكريستال النقية والفازات والمصابيح وفي فن النحت .

● زجاج جالي

يعد زجاج جالي من الأنواع الحديثة للزجاج ، وقد صنع في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بوساطة شركة جالي (Frenchman Mile Galle) ، ومعظم هذا النوع من الزجاج غير شفاف ولكنه يبعث ألوانا عميقة . ويستخدم في أوعية الديكور كالفازات والورود والفواكه الصناعية ، وغالباً ما تستخدم منه قطع في التصاميم البنائية .

● زجاج ساتاني أطلس

يستخدم زجاج ساتاني أطلسي (Satin) في أعمال الديكور مع خليط معدني خامل ، وذلك بغمر الزجاج في حامض أو بوساطة معالجة الزجاج بأبخرة حامضية . ويستخدم هذا الزجاج في صناعة المصابيح المظلة .

● زجاج ليس

يُصنَّع من زجاج ليس (Lace) فازات مع خيوط من الزجاج الأبيض غير الشفاف بحيث يشكل نماذج على شكل لولب حلزوني على الفازات .

● زجاج ريلدوم

يعد زجاج ريلدوم (Reeldom) من أفضل الزجاج المعروف في العالم اليوم حيث أنه نوع جديد من الزجاج الملون بظلال من اللون الأخضر والرصاصي والأزرق والأرجواني والأصفر ، وتصنعه شركة رويال ريلدوم (Royal Reeldom) الهولندية .

● زجاج أوبال أو الحليبي

زجاج أوبال أو الحليبي (Opal Or Milk) عبارة عن زجاج أبيض غير شفاف صنع أصلا في فينيسيا (Venice) قبل عام ١٥٠٠م وفي فلورنسا (Florence) ما بين


● احد أنواع زجاج الديكور.

عـام ١٥٧٥م إلى ١٥٨٧م ، وكـان يصنع بشكل محدود في شمال أوربا وقليل منه في ألمانيا في القرن السابع عشر . أما في القرن الثامن عشر فإن بعض زجاج أوبال أنتج في بريطانيا . ويستخدم بكثرة لصنع بعض أدوات الطاولات وتزيينها خاصة لتغطية بعض الصحون لزخرفتها .

● زجاج أوريفورز

أنتج في القرن العشرين من قبل صانعي الزجاج في مدينة أوريفورز (Orrefors) بالسويد ، ويبدو هذا الزجاج وكأن هناك سائل محجوز فيه.

● زجاج ساندويتش

هو زجاج قابل للنفخ والقولبة والنقش ، أنتج بوساطة شركة بوستن وساندويتش (Boston & Sandwich) بأمريكا ، ويعد من أشهر أنواع الزجاج المضغوط حيث ينتج بقولبة خاصة ، وهو يشبه زجاج باكارت المضغوط ، يستخدم هذا الزجاج بكثرة في المصابيح والفازات .

● زجاج فاريل

أنتج زجاج فاريل (Tiffany Farrile) بواسطة لويس تيفاني خلال الفترة من عام ١٨٩٣م - ١٩٣٣م في أمريكا ، وهذا النوع من الزجاج يكون متقزح اللون مصحوباً بمزيج ذو لون برونزي مع مادة أخرى لإنتاج عدة ألوان شديدة من الأزرق الشديد إلى الأرجواني ، ومن الأصفر الذهبي إلى الأخضر ، ويتميز بأن سطوحه ناعمة جداً .

● زجاج فورد

أنتج زجاج فورد (Water Ford) في مدينة في أيرلندا عام ١٧٢٩م - ١٨٥١م ، ومن ١٩٥١م إلى وقتنا الحاضر ، اكتسب هذا النوع شهرة عالمية بسبب استخداماته كجدران سميكة ولماعة. كان يصنع منه في البداية الزجاج المدخن ذو اللون الرصاصي اللماع ، ولكنه بدأ يتراجع بإنتاج الكريستال الصافي بعد عام ١٩٨٠م ، ويستخدم هذا الزجاج بصفة أساس في صناعة مصابيح الجدران والفازات وحوامل المصابيح الجدرانية .

صناعة الزجاج في المملكة

تستورد المملكة مختلف أنواع الزجاج لتلبية الحاجات الضرورية على مختلف أشكالها العمرانية والصناعية والصحية والعلمية . حيث بلغ ما أستوردتة المملكة في عام ١٩٩٤م ما مجموعة ٢٦٤١٨٤ طن وذلك بتكلفة تزيد عن خمسمائة مليون ريال (٥٣٩,٣١٩,٠٠٠ ريال) .

تتوفر المادة الأساس لصناعة الزجاج - الرمل - بكثرة في المملكة ، حيث تنتشر صحاري شاسعة في الشمال والشرق والجنوب من المملكة والتي يصل سماكة بعض مناطقها الرملية إلى ٦٥٠- ٨٥٠م . ومن أشهر هذه الصحاري صحراء النفود الكبرى (٦٥,٠٠٠كم ٢) ، وصحراء الدهناء (٤٠,٧٨٩ كم٢) وصحراء الربع الخالي (٦٠٠,٠٠٠ كم٢) وتأخذ هذه الرمال الألوان الأبيض والأصفر والأحمر وهي تتواجد حسب التوزيع التالي :-

● المنطقة الوسطى

تنحصر الرمال التي تصلح لصناعة الزجاج بصفة أساس في شرق مدينة الرياض ، وذلك على جبل برمة وجبال الدغم والتي تبعد عن ٤٠كم شرق الرياض، والتي تعد مصدراً كبيراً جداً للرمل الأبيض . فمثلا تبلغ مساحة رمل جبل برمة ٥كم٢ وبسماكة في حدود ١٥م مما يعطي حجم هذه الرمال في حدود ٧٥مليون م٣ . ويحتوي هذا الرمل على نسبة قليله من الحديد (٠,٠٦٪) الكروم (٦ أجزاء من المليون)، وهي نسب مقبولة لتصنيع الزجاج ، ومن عيوب هذا الرمل انخفاض نسبة السيلكيا (٨٩ر٩٦٪) مما يجعله غير مفضل لصناعة الزجاج الكريستالي . أما جبال الدغم فتقع على مساحة ٨كم٢ وبسماكة رملية ١٣م ، معطية حجما رمليا بحدود ١٠٠مليون متر مكعب . وتبلغ نسبة أكسيد الحديد في هذه الرمال (٠٧ر٠٪) والكروم (٦أجزاء من المليون) والسيليكا (٨٨ر٩٧٪) وجميع هذه النسب مقبولة لتصنيع الزجاج . وفي كلا الموقعين توجد أماكن تصل نسبة السيليكا إلى نسب عالية (١٥ر٩٩-٤١ر٩٩٪) ، حيث تصل الكميات الرملية الجيدة لتصنيع الزجاج إلى ١٠مليون م٣ في جبل برمة ، ١٩مليون م٣ في جبال الدغم ، و٣٠مليون م٣ فيما بين المنطقتين ، وأكثر من ١٠مليون م٣ فيما بين جبال الدغم وخشم الدغم ، ويمكن زيادة نسبة السيليكا في هذه المناطق لإنتاج زجاج عالي الجودة عن طريق غسل هذه الرمال . إضافة لذلك توجد في بريدة من منطقة القصيم أماكن رملية محتوية عل نسب عالية من السيليكا جيدة لتصنيع الزجاج . كما توجد أماكن أخرى تبعد ٥٠-٦٠كم جنوب غرب بريدة وشمال رياض الخبرى تحتوي على رمال ذات نسبة عالية من السيليكا (٩٥-٩٧٪) ، مع قليل من الألومينا (٦٢ر٠-٢٠ر١٪) ونسبة حديد مقبولة لتصنيع زجاج قليل الجودة مثل زجاج الشبابيك . كما توجد عدة أماكن تقع فيما بين ٣٥-٨٠كم شمال غرب وجنوب غرب مدينة بريدة ، محتوية على نسبة عالية من السيليكا تصل إلى ٥ر٩٤-٧٩ر٩٩٪ ونسبة أكسيد الحديد فيما بين ٣ر٠٪ مما يسمح بصناعة الزجاج

الصادرات		إعادة التصدير		المجموع	
الوزن (بالطن)	القيمة (ألف ريال)	الوزن (بالطن)	القيمة (ألف ريال)	الوزن (بالطن)	القيمة (ألف ريال)
١٥٢٩٤	٢٤٦٢٦	١١٤٤	٣٠٩٥	١٦٥٣٨	٢٧٧٢٠

جدول (٤) تصدير وإعادة تصدير الزجاج بالمملكة (١٩٩٤م) .

ذو اللون البني والأخضر .

● المنطقة الشمالية

توجد مواقع حول دومة الجندل وسكاكا تحتوي على رمال بيضاء غنية بالسيليكا (٣ر٩٦-٨ر٩٩٪) تصلح لصناعة الزجاج ، كما أن المعالجة الصناعية لهذه الرمال يزيد من قابليتها لصناعة زجاج عالي النقاوة . كما توجد أماكن أخرى من المناطق الشمالية تشتمل على رمال نسبة السيليكا متفاوتة مثل منطقة طريق تبوك (السيليكا٦ر٩٥-٠٨ر٩٩٪) ، منطقة حايل (السيليكا ٧٦ر٩٤٪) كما توجد بعض الجبال - تبعد ٣٠-٥٠كم شمال حايل - التي تشتمل على نسب جيدة من السيليكا (٩٦-٩٧٪) ونسب منخفضة من أكاسيد الحديد (٠٤ر٠-٠٦ر٠٪) والكروم (٢ ج .م .م) .

● المنطقة الجنوبية

توجد بعض المواقع شرق الأثنين على شرق هضبة خميس مشيط محتوية على رمال ذات نسبة سيليكا منخفضة (٥ر٩٢٪) .

ونتيجة لهذه الوفرة من الرمال فقد شجعت حكومة المملكة القطاع الخاص في الخوض بهذه الصناعة ، حيث توجد الآن عدة مصانع في المملكة ، ويوجد في مدينة الرياض فقط تسعة مصانع للزجاج تنتج أنواعاً مختلفة من الزجاج مثل زجاج السيارات ، وزجاج مقاوم للرصاص ، وحبيبات زجاجية ، وزجاج أمان مقوى ، وزجاج واجهات المباني ، وزجاج عزل مزدوج ، وعاكس ملون ، والزجاج الشفاف ومرايا وقوارير زجاجية . حيث تم تصدير الكثير من هذه المواد إلى دول مجلس التعاون الخليجي وإلى بقية دول العالم والتي شملت أوربا وأسيا وأمريكا . ويوضح جدول (٤) الكميات المصدرة أو المعاد تصديرها من المملكة لعام ١٩٩٤م .

التدخين وفقدان البصر

يبدو أن المضار الصحية للتدخين قد تمتد لتشمل أيضاً فقدان المدخن لنعمة البصر التي أنعم الله بها على الانسان بجانب نعمه الكثيرة التي لا تحصى ، فقد أشارت دراستان حديثتان أن الذين يدخنون بكثرة - أكثر من علبتين من الدخان في اليوم - لفترة طويلة يعرضون أنفسهم لمخاطر مرض في شبكية العين - يسمى مرض بقعة الشبكية المرتبط بالعمر (Age-related Macular Degeneration-AMD) يؤدي بهم إلى فقدان الإبصار .

ويبلغ معدل تعرض المدخنين لهذا المرض (AMD) أكثر من ضعفي الاشخاص الذين لا يدخنون .

وقد أظهرت دراسات حديثة أن المرض المذكور يعد من أكثر الأمراض تسبباً في فقدان الإبصار للأشخاص الذين يزيد عمرهم عن ٦٥ عاماً ، وهو مرض يشكو منه حوالى ١,٧ مليون في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها .

ويذكر **وليم كريستين** (Wiliam G Christen) من جامعة هارفارد للطب في بوستن - ضمن دراسة له على ٢١١٥٧ طبيباً - أن هذا المرض يؤثر على النشاط اليومي للمصابين به بحيث يعانون - على سبيل المثال - من عدم مقدرتهم على القيادة والقراءة وحتى مشاهدة التلفزيون .

ويقول أطباء العيون أن الأسباب الحقيقية لهذا المرض غير معلومة على وجه الدقة ، إلا أن هناك أبحاث سابقة أشارت إلى أن نقص المواد المضادة للأكسدة (Antioxidants) مثل الزنك وفيتامين هـ (Vitamin E) وبيتاكاروتين ،أو انخفاض سريان الدم في الشبكية قد يكونان من الأسباب الرئيسة له، وفي هذا الخصوص يرى **كريستين** أن التدخين يعمل على تخفيض نسبة المواد المضادة للأكسدة ويعطل سريان الدم ، وعليه فانه يزيد كثيراً من مخاطر الإصابة بهذا المرض .

وللتدليل على هذا الرأي قام **كريستين** وزملاؤه بدراسة كبيرة منذ عام ١٩٨٢م شملت أطباء تتراوح أعمارهم ما بين ٤٠ إلى ٨٤ سنة . واعتماداً على السجلات المرضية والاستبانات المستفيضة عن حالات المدخنين وغير المدخنين لهؤلاء الأطباء أمكن اثبات وجود ٢٦٨ حالة من المرض المذكور . وبفحص تلك الحالات اتضح أن الذين يدخنون أكثر من علبتين من الدخان في اليوم عرضوا أنفسهم لمخاطر هذا المرض بمعدل٢,٥ضعف غير المدخنين ، وأنه كلما زادت مدة التدخين زادت مخاطر تعرضهم للمرض .

من جانب أخر توصلت دراسة شملت ٣١٨٤٣ من النساء العاملات في حقل التمريض - اعمارهن بين ٥٠ إلى ٥٩ عاماً - إلى نفس النتيجة التي توصل إليها **كريستين** وزملاؤه . حيث أوضحت تلك الدراسة التي قامت بها **جوهاناسيدون** (Gohana M Seddon) إلى أن النساء المدخنات - بواقع علبتين من الدخان في اليوم - تعرضن للمرض بمعدل ٣,٤ ضعف النساء اللائي لم يسبق لهن التدخين.

وتضيف **سيدون** أن النساء اللائي اخترن عدم التدخين يمكن أن يتفادين خطر الاصابة بالمرض بنسبة اكثر من ٥٠٪ .

ويذكر **رونالد كلين وبربارا كلين** (Ronald Klein &Barbra Klein) من جامعة ويسكونسن للطب بالولايات المتحدة الأمريكية أن شعار عدم التدخين يمكنه - بجانب فوائده الصحية الاخرى - الحد من مخاطر فقدان البصر عالمياً خلال السنين القادمة.

---

* المصدر

Science News,Vol 150, Oct 1996, P 231



الألياف غير العضوية (١)

د. سليمان حماد الخويطر

تطلق عبارة ألياف غير عضوية على الشعيرات المصنوعة من الفلزات والتي يقل سطح مقطعها عن ٠,٠٥مم٢ ، وتتجاوز نسبة طولها إلى نصف قطرها ١:١٠، وتستخدم الألياف غير العضوية في مجالات صناعية عدة منها على سبيل المثال مجالات التقوية ، والعزل الحراري عند درجات حرارة متوسطة وعالية ، والعزل الكهربائي وترشيح الهواء ، والاتصالات .

تختلف الخواص الفيزيائية للألياف باختلاف نوعها ومجال استخدامها ، فعلى سبيل المثال تتصف الألياف المستخدمة في صناعة المواد العازلة بمقاومتها للاحتراق ، وناقلية حرارية منخفضة ، كما تتصف الألياف المستخدمة في العزل - عند درجات حرارة مرتفعة - بمقاومة جيدة للتغيرات الحرارية المفاجئة وثباتية حرارية مرتفعة . أما الألياف المستخدمة في التقوية فتكون ذات مقاومة عالية للشد ، ومعاملات مرونة مرتفعة ، وكثافة نوعية منخفضة ،جدول (١) .

تختلف أنواع الألياف غير العضوية حسب نوع الاستخدام والمادة التي تدخل في تصنيعها ، فهي أما سيليكونية أو غير سيليكونية .

يتناول هذا المقال الألياف السيليكونية ، أما الألياف غيرالسيليكونية فسيتم تناولها في عدد قادم بإذن الله تعالى.

الألياف المعدنية العازلة

الألياف المعدنية العازلة (Mineral Fiber Insulating materials) عبارة عن ألياف زجاجية تضاف إليها مواد معدنية . وتختلف هذه الألياف عن الألياف النسيجية والألياف البصرية بأنها ألياف تقل فيها نسبة السيليكا وتزيد فيها نسبة المعادن الأخرى ، جدول (٢) ، وتعد الألياف الزجاجية والخزفية وألياف الخبث المعدني من أهم الألياف المعدنية العازلة في الوقت الحاضر . وهي تصنع على شكل صوف معدني ، ولذلك يطلق عليها في بعض الأحيان اسم الأصواف المعدنية .

تصنع الالياف المعدنية العازلة من صهارات سيليكا ذات تركيب مختلف عن تركيب الصهارات التي تصنع منها الألياف الزجاجية ، ويتم تحويل الصهارة إلى ألياف معدنية بواسطة غزلها عند درجات حرارة منخفضة مقارنة بصهارة الالياف الزجاجية ، حيث تحتوي الألياف المنتجة على زجاج لابلوري بأقطار تتراوح من ١ـ ٣ ميكرونات وأطوال مابين سنتميتر واحد إلى بضع ديسيمترات حسب طريقة التصنيع والمواد الأولية المستخدمة .

● طريقة التصنيع

تتم صناعة الألياف المعدنية العازلة بوجه عام من خلال الخطوات التالية :ـ

* **المواد الخام :ـ** تختلف حسب نوع الألياف المراد صناعتها كما تحدد نسبها حسب نسبة رافعات اللزوجة مثل السيليكا والألومينا وخافضات اللزوجة مثل المواد القلوية وأكاسيد الحديد والمنجنيز والبوتاسيوم ، وهي كما يلي :ـ

ـ **الصوف الزجاجي :ـ** لاتختلف المواد الخام اللازمة لصناعته كثيراً عن مواد تصنيع الزجاج ، وهي تشمل الرمل ، والحجر الجيري ، والدولوميت ، والفلسبار ، والكاولين ، وأكسيد الألومينوم ، وكربونات الصوديوم ، وكبريتات الصوديوم ، وكربونات البوتاسيوم ، ومركبات البورون المعدنية .

ـ **الصوف الصخري :ـ** تشمل المواد الخام لصناعته الصخور الرسوبية أو المنصهرة ـ مثل الطين (Clay) ، الطين الجيري أو البازلت ـ مع كميات قليلة من مواد مساعدة للصهر مثل الكلس والدولوميت .

ـ **صوف الخبث المعدني :ـ** ينتج بخلط صهير السيليكا مع صهير خبث المعادن مثل بقايا صهير الحديد والمعادن الأخرى إضافة إلى مواد معدنية أخرى .

ـ **صوف الخزف :ـ** تشمل المواد الخام اللازمة لصناعته الكاولين والسيانيت (Al_2SiO_5) والألومينا والكوارتز والزيركون .

* **الصهر :ـ** يتم عند درجة ١٢٠٠ ـ ١٦٠٠°م في أفران صهر كهربائية ـ أو أفران قوس كهربائي ـ يكون فيها وعاء الصهر على شكل متوازي مستطيلات يدخل فيه مزيج

الاستخدام	الخواص الفيزيائية	الألياف المستخدمة
١ ـ تقوية : ـ المواد البلاستيكية	مقاومة شد عالية ، معاملات مرونة مرتفعة ، كثافة منخفضة	أسبستوس ، زجاج ، كربون ، كربيد السيليكون ، البورون ، أكسيد الألمونيوم
ـ حبال الاطارات	ثباتية تجاه تغيرات الجهد الميكانيكي	ألياف فولاذ ، ألياف معدنية قصيرة جداً
٢ ـ عزل حراري ومقاومة للحريق : ـ عوازل حرارة وبرودة للابنية	ناقلية حرارية منخفضة	صوف زجاجي
ـ موانع حريق	مقاومة عالية للحرارة ، غير قابلة للاحتراق	سيليكات الألومينوم ،
ـ عوازل حرارية لوحدات حرارة مرتفعة	تحمل لدرجات حرارة عالية	أكسيد الزركونيوم
٣ ـ استخدامات أخرى : ـ مقاومة الاحتكاك ومنع التسرب	قوة انضغاط ، ثبات حراري ، ومقاومة للحك ، مرونة التشكل	أسبستوس ، زجاج ، فولاذ
ـ مقاومة الأسمنت	مقاومة كيميائية للاسمنت ، ثبات ميكانيكي	أسبستوس ، زجاج ، مقاومة للأسمنت ، فولاذ
ـ مقاومة الشحنات الاستاتية	ناقلة كهربائية	ألياف معدنية
ـ ترشيح غاز ساخن	ثبات كيميائي	ألياف الأكاسيد
ـ انتقال الضوء	نقاوة عالية	أنواع خاصة من الألياف الزجاجية
ـ فتيل	نقطة انصهار مرتفعة ، ثبات ميكانيكية عالية	التنجستن

● جدول (١) مجالات استخدام الألياف غير العضوية

المواد الخام من أحد جانبيه ويخرج على شكل مصهور من الجانب الآخر . وفي حالة الألياف الصخرية وألياف الخبث المعدني يمكن استخدام أفران صهر مبردة بالماء يبلغ ارتفاعها بضعة أمتار ومجهزة بعمود تحريك يصل عرضه إلى متر واحد ، حيث تضاف المواد الخام بالتناوب مع فحم الكوك ، ويسحب الحديد المعدني المتشكل من المواد الخام المحتوية على الحديد من الافران على فترات منتظمة .

* **تشكيل الالياف** :ـ تأتي على مراحل ثلاث تبدأ بسحب المصهور ، ثم عمليتي الطرد المركزي والنفخ . وتعد عملية السحب أقل أهمية في الوقت الحاضر ، حيث يمكن دمجها مع عملية الطرد المركزي ، ويتم فيها قذف المصهور من خلال فتحات في قاعدة دائرية تدور بسرعة عالية ، وعند خروج المصهور من تلك القاعدة يتم جدله إلى ألياف بقطر ١٢ ـ ٣٠ ميكروناً وطول ١٠٠ ـ ٦٠٠ مم ، وهناك طرق أخرى يتم فيها تدفق المصهور من خلال قرص خزفي مسخن بوساطة الغاز بطريقة محورية .

من جانب آخر يمكن الحصول على ألياف بمواصفات دقيقة ـ قطرها ٢ ـ ١٠ ميكرون وطولها ١٥ مم ـ بوساطة عملية الطرد المركزي التسلسلية (Cascade Centrifugal Process) ـ طريقة تستخدم في الوقت الحالي بكثرة لانتاج الصوف الصخري وصوف الخبث المعدني ـ يتدفق فيها المصهور من خلال قرص أو ثلاثة أقراص تدور أفقياً لينتقل بسرعة متزايدة من قرص لآخر إلى الخارج حيث يتم جدله إلى الياف .

* **النفخ** :ـ يتم فيها إسالة المصهور المعدني من خلال فتحات التغذية بفعل الجاذبية الأرضية ويثبت بالقرب منها منفاخ للغاز الساخن (Gas Jet) ، فيؤدي ذلك إلى تحويل المصهور إلى ألياف رفيعة جداً .

● الاستخدامات

تستخدم الألياف المعدنية العازلة بشكل أساس في صناعة مواد العزل الصوتي والعزل الحراري والوقاية من الحرائق .

وعند اختيارها في هذه المجالات يجب معرفة حدود درجة الحرارة الأعلى المتوقعة في مجال الاستخدام حيث أن لكل نوع من الألياف المعدنية العازلة حدود معينة لدرجة حرارة الاستخدام ، فمثلاً يجب أن تكون تلك الحدود من ٣٥٠ ـ ٤٥٠° م في حالة استخدام الصوف الزجاجي ، و٧٠٠ ـ ٧٥٠° م للصوف الصخري وصوف الخبث المعدني ، أما في حالة ألياف الخزف فقد تصل درجة الحرارة في حدود ١٢٥٠° م .

ومما يجدر ذكره أنه في حالات العزل الحراري عند درجات حرارة عالية جداً يمكن استخدام أنظمة مركبة من ألياف معدنية متنوعة ، فمثلاً تستخدم ألياف الخزف أو ألياف أكسيد الألمونيوم للعزل في الجانب الساخن ، بينما يستخدم في الجانب البارد ألياف الصوف الصخري ، وذلك لتقليل استهلاك ألياف الخزف الغالية الثمن ، ولهذا السبب يعد الصوف الزجاجي والصخري وصوف خبث المعادن أكثر استخداماً في مجال العزل الحراري . ومن هذه الأنواع الثلاثة من الأصواف (الزجاجي ، الصخري ، الخزفي) يفضل استخدام الصوف الزجاجي بسبب كثافته المنخفضة نسبياً .

تستخدم منتجات الصوف المعدني للعزل في الحالات التي تتطلب الوقاية من

المكون / الصوف المعدني	زجاجي	صخري	خبث معدني	خزفي
SiO_2	٦٥,٠	٤٣,٥	٤٠,٦	٥٢,٩
Al_2O_3	٣,٥	١٢,٤	١٢,٥	٤٥,١
B_2O_3	٥,٠	–	–	٠,٠٨
Fe_2O_3/FeO	٠,٥	١٤,٠	١,٠	٠,١
CaO	١٤,٠	١٠,٨	٣٧,٥	–
MgO	٣,٠	١٠,٠	٥,٠	–
TiO_2	–	٢,٠	٠,٤	١,٧
CaS/S	–	–	١,٥	–
K_2O	٨,٠	١,٤	٠,٣	–
Na_2O	٠,٥	٢,٥	١,٥	٠,٢

● جدول (٢) مكونات الأصواف المعدنية المختلفة (٪ وزنا)

الحريق ، وذلك في وحدات التبريد وغرف التخزين المبردة وغيرها ـ بدلاً من استخدام مواد العزل الصلبة ، مثل البولي ستايرين ، أو البولي يورثيان ـ التي يمكن أن تتعرض للحريق ، وعند إستخدام تلك الأصواف في المجال المذكور يجب حمايتها من الرطوبة الناتجة عن تكثف الماء ، كما يمكن إستخدامه في المجال الصناعي سواء بشكل حر أو مقولب على شكل صفائح أو أشكال اسطوانية ، ويمكن استخدامه أيضاً على شكل أنابيب لعزل خطوط الأنابيب .

الألياف الزجاجية النسيجية

تتميز الألياف الزجاجية النسيجية بمرونة عالية نظراً لصغر قطرها الذي يتراوح من أقل من ١٠ ميكرونات إلى ٢٥ ميكروناً ، وتعد مادة السيليكا المكون الرئيس للألياف الزجاجية النسيجية ، حيث تتراوح نسبتها فيها بين ٥٥٪ إلى أكثر من ٧٠٪ ، ويوضح جدول (٣) النسب المئوية لمكونات أهم أنواع الألياف الزجاجية .

تتشابه الطرق الصناعية لانتاج الألياف الزجاجية النسيجية إلى حد ما ، حيث تتمثل أساساً في صهر السيليكا والمواد الخام الأخرى ، ومن ثم تشكيلها ، فمثلاً تصنع الألياف الزجاجية من نوع (E) بمزج المواد النقية من المواد الخام ـ الكاولين ، ورمل الكوارتز ، والحجر الكلسي ، والدولوميت ، والفلوريت ، وبورات الكالسيوم ، وحمض البورون ـ حسب النسب المقررة لها ، ومن ثم تصهر عند درجة حرارة ١٣٥٠°م في أفران مبطنة من الداخل بالآجر أو بقوالب أكسيد الكروم .

تمكث الصهارة في الفرن لبضعة أيام ريثما يتم التأكد من شفافيتها ، وتجانسها، وخلوها من الفقاعات والمواد غير المنصهرة ، وذلك عن طريق حقن الهواء من خلال أنبوب أو أنبوبين من البلاتين عند قاع الفرن مع إضافة مواد لتحسين الشفافية . يلي عملية الصهر تشكيل الصهارات الشفافة إلى ألياف بواسطة إحدى الطرق التالية :ـ

* **الانصهار المباشر (Direct Melting) :** وتعد أكثر الطرق أهمية من الناحية الاقتصادية ، وفيها يمرر المصهور الى قناة مبطنة بالآجر عند درجة حرارة ١٢٥٠°م ليتم غزله عند تلك الدرجة بوساطة قاذفات غزل مصنوعة من سبائك البلاتين ـ روديوم ـ بقطر ١ـ٢مم .

* **الانصهار الكروي (Marble Melting) :ـ** وتستخدم عند الحاجة إلى الياف رقيقة جداً ، أو عند الحاجة إلى تركيبات زجاجية من نوع خاص . وبدلاً من إمرار المصهور إلى قناة ـ كما في طريقة الانصهار المباشر ـ يدخل المصهور على شكل كريات إلى قاذفات غزل عند درجة حرارة ١٢٥٠°م ليتم تشكيله إلى ألياف .

* **سحب القضيب (Rod Drawing) :ـ** وتعد أقل أهمية من الطريقتين السابقتين ، وفيها يتم ادخال قضبان زجاجية بسرعة ثابتة إلى منطقة الصهر ، ومن ثم سحب الألياف بشكل مستمر بواسطة آلات خاصة .

اللف والمعالجة

يتم تبريد الشعيرات على الفور ـ بعد تشكيلها ـ برذاذ الماء ، وهي في طريقها إلى ماكينة لف ـ تعمل بسرعة تصل إلى ٢٠٠ كم / ساعة ـ ليتم لف الشعيرات المتراصة ـ تختلف في عددها وقطرها حسب عدد وقطر ثقوب القاذف ، وشكل الثقب وتركيب الزجاج ، ودرجة حرارته ـ على شكل حبل مجدول ، يلي ذلك طلاء الشعيرات بمادة غروية للحفاظ على سطحها من الخدش ، ولإعطائها قوة ارتباط جيدة بين الشعيرات والمواد البلاستيكية المراد تنقيتها .

تأتي المادة الغروية المستخدمة في طلاء الشعيرات على شكل معلق (Suspension) مائي يحتوي على المواد التالية :ـ

* **مواد مشكلة للطبقة الرقيقة :ـ** عبارة عن بوليمرات عضوية ـ مثل بولي خلات الفينيل ، بولي استرات ، أيبوكسيدات ، بولي أكريلات ـ تساعد على حماية الليف أثناء التصنيع وربط الشعيرات بعضها مع بعض عند تشكل الحبال المجدولة .

* **منشطات الالتصاق :ـ** مواد تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للألياف المستخدمة في تقسية البوليمرات عن طريق تشكيل رابطة كيميائية مع كل من مجموعات الهيدروكسي السطحية للألياف الزجاجية وبنية البوليمر ، ومن أمثلة منشطات الالتصاق مركب ثلاثي إيثوكسي سيلان .

* **مواد تزييت :ـ** هي مواد تعمل على تقليل تلف الألياف الذي ينتج عن الاحتكاك ،

النوع / المكونات	A	C	D	E	R	AR
SiO_2	٧٢,٥	٦٥,٠	٧٤,٠	٥٤,٥	٦٠,٠	٧١,٠
Al_2O_3	١,٥	٤,٠	–	١٤,٥	٢٥,٥	١,٥
Fe_2O_3	١,٥	٤,٠	٠,٢	٠,٥	٠,٣	–
B_2O_3	–	٠,٥	٢٢,٥	٧,٥	–	–
CaO	٩,٠	١٤,٠	٠,٥	١٧,٠	٩,٠	–
MgO	٣,٥	٣,٠	٠,٢	٤,٥	٦,٠	–
Na_2O	١٣,٠	٠,٥	١,٣	٠,٨	٠,٤	١١,٠
K_2O	–	٨,٠	١,٥	٨,٠	٠,١	–
BaO	–	١,٠	–	–	–	–
TiO_2	–	–	–	٠,١	٠,٢	–
ZrO_2	–	–	–	–	–	١٦,٠
LuI	–	–	–	–	–	١,٠

● جدول (٣) التركيبات النموذجية (٪ وزنا) لأهم أنواع الألياف الزجاجية النسيجية

وتساعد على تسهيل عملية تصنيعها ، ومن أمثلة تلك المواد أسترات وأميلات الأحماض الدهنية ، والألكانات والألومينات .

* مضادات الشحنات الكهربائية الساكنة :- ويتم ذلك بإضافة أملاح عضوية ولاعضوية بنسبة ١,٠ - ٢٪ من وزن الألياف الجافة .

● التجفيف واللف النهائي

يتم ترحيل الألياف - بعد طلائها بالمواد المذكورة - إلى أفران تجفيف تعمل بالهواء الساخن ، تحول بعدها الى ألياف زجاجية نهائية تلف على بكرات باستخدام آلات خاصة ، كما يمكن تقطيعها على أطوال حسب المطلوب بواسطة آلات خاصة ، أما المخلفات الناتجة عن عمليات التقطيع وغيرها فيمكن الاستفادة منها في صناعة الحصائر وذلك بعد مزجها بمواد رابطة .

● تطبيقات الألياف الزجاجية

يستخدم حوالي ٨٠ ٪ من الألياف الزجاجية النسيجية في تقسية المواد البلاستيكية مثل راتنجات الإيبوكسي ، والمطاط ، والمواد البلاستيكية الملدنة بالحرارة ، وعليه فإن هناك مجالات عدة لاستخدام الألياف الزجاجية مثل النقل ، والصناعات الكهربائية ، والزراعة ، ومواد البناء ، والمنتجات الرياضية ، وبعض أنواع السلع الاستهلاكية ، بجانب ذلك تستخدم الألياف الزجاجية النسيجية في مجالات أخرى مثل تقسية الأسمنت ، وكمرشحات في التنقية من الغبار ، وفي صناعة اللباد البيتموني ، ومواد تغليف السجاد والموكيت .

الألياف البصرية

الألياف البصرية (Optics Fibers) عبارة عن شعيرات زجاجية رقيقة ومرنة ملفوفة حول قلب زجاجي ذو خاصية انكسار عالية - مثل زجاج الكوارتز المطعم بأكسيد الجرمانيوم (GeO_2) أو خماسي أكسيد الفسفور - مغلف بزجاج ذو خاصية إنكسار منخفضة مثل زجاج البوروسيليكات أو الفلوروسيليكات .

يشترط أن تكون الشعيرات الزجاجية المستخدمة في الألياف البصرية عالية النقاوة - خالية من الحديد ، والنحاس ، والكروم ، والفناديوم ، والهيدروكسيل - وذات أقطار ثابتة ، وبتحقق تلك الشروط فإنها تكتسب صفات فيزيائية هامة ومرغوبة مثل التبعثر الضوئي المنخفض ، والمعدل العالي لنفاذية الضوء والوزن المنخفض . وللتقليل من الهشاشة والزيادة في قوة الشد التي تكون مفيدة في صناعة وتركيب الكابلات ، فإنه يتم طلاؤها براتنج سيليكوني بعد عملية سحبها وتبريدها .

ويمكن تقسيم الألياف البصرية حسب خاصية انكسار الضوء في القلب الزجاجي إلى نوعين هما :-

* ألياف انكسار ثابت (**Step Index**) :- تتميز بثبات انتقال وتبعثر نبضات الضوء من خلال سيره في الألياف . ويتم صناعة الياف هذا النوع باستخدام طريقة القضيب والأنبوب أو البوتقة المزدوجة حيث يتم صهر وسحب قلب الليف أو الزجاج المكسو بشكل مستمر أو متتابع إلى ليف زجاجي بسماكة ١٢٥ ميكرومتر .

* ألياف انكسار متدرج (**Graded Index**) :- وتتميز بتناقص انكسار الضوء بالتدريج من قلب الليف إلى خارجه ، وبذلك يتناقص انتقال وتبعثر نبضات الضوء الداخلة لتصبح منخفضة في نهايات الالياف .

وتصنع ألياف هذا النوع بسماكة أقل من ٢٥ مم وطول ١,٥ متر في برج سحب عند درجات حرارة ٢٠٠٠° - ٢٣٠٠° م ، وذلك عن طريق إدخال أنبوب من الكوارتز إلى صهير زجاجي مكون من كلورات السيليكون والجيرمانيوم والبورون وأكسيد الفسفور ($POCl_3$, BCl_3 , $GeCl_4$, $SiCl_4$) والتي تتأكسد عند تفاعلها مع الأكسجين عند درجة حرارة ١٥٠٠° - ١٦٠٠° م ، وتعمل على طلي الأنبوب الكوارتزي من الداخل بزجاج عالي النقاوة والشفافية .



● الياف زجاجية بصرية .

ألياف كربيد السيليكون

يستخدم مركب كربيد السيليكون (Si C) إما على شكل طلاء لألياف الكربون والتنجستن ، أو على شكل مادة نقية معزولة على هيئة ألياف وذلك كما يلي :-

● طلاء كربيد السيليكون

يتم طلاء ألياف الكربون بكربيد السيليكون لاكسابها مقاومة شد عالية - مابين ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ نيوتن / مم٢ - ومعامل مرونة تبلغ ٤٥٠ الف نيوتن / مم٢ فضلاً عن حمايتها من التفاعلات الكيميائية مثل تفاعلات الاكسدة ، ويتم ذلك بترسيب كربيد السيليكون على ألياف الكربون أو التنجستن المجدولة - حوالي ١٠٠ الف خيط بقطر ١٠ ميكرون - بوساطة التفكك الحراري لثلاثي كلوروميثيل سيلان عند درجة حرارة أعلى من ١٠٠٠° م وذلك وفقاً للمعادلة التالية :-

$$CH_3SiCl_3 \xrightarrow{1000\,^{\circ}م} SiC + HCl$$

ثلاثي كلوروميثيل سيلان ← كربيد السيليكون

تبلغ سماكة طلاء كربيد السيليكون في الألياف المذكورة حوالى ٥, ميكرون ، كما يمكن استخدام نفس الطريقة لطلاء خيوط فردية بشكل منتظم عن طريق تعديل ظروف عملية الترسيب لكربيدات السيليكون .

يعمل طلاء كربيد السيليكون كحاجز واقي للمادة المطلية ضد أي تفاعل ، ولذلك يمكن أن يتعدد استخدامه ليشمل تقسية نسيج الألومينوم أو الزجاج ، حيث تمنع طبقة كربيد السيليكون مثلاً التفاعل الناجم بين الألومينوم والكربون لتشكيل كربيد الألومينوم .

● ألياف كربيد السيليكون النقية

ألياف كربيد السيليكون النقية هي ألياف مصنوعة من ثنائي ميثيل ثنائي كلوروسيلان ، ويطلق عليها ألياف بيتا



● شكل (١) مخطط تصنيع الياف بيتاكربيد السيليكون .

كربيد السيليكون (b-SiC) ، وهي ألياف تستخدم بشكل واسع كمواد عازلة لدرجات الحرارة المرتفعة ، تصنع تلك الألياف بواسطة عملية تسمى عملية ألياف نيكالون (Nicalon Fibre Process) ، شكل (١) ، وذلك حسب الخطوات التالية :-

* نزع الكلور :- ويتم ذلك بتفاعل ثنائي كلوروثنائي ميثيل سيلان مع الصوديوم لانتاج مادة بولي ثنائي ميثيل سيلان وفقاً للمعادلة التالية :-

$$n\,[\,Cl-\underset{CH3}{\overset{CH3}{Si}}-Cl\,] \xrightarrow{Na} (\,\underset{CH3}{\overset{CH3}{Si}} - \underset{CH3}{\overset{CH3}{Si}} - \underset{CH3}{\overset{CH3}{Si}}\,)_n$$

* البلمرة :- تتم بتسخين مادة بولي ثنائي ميثيل سيلان - الناتج عن عملية نزع الكلور السابقة - بوجود غاز الآرجون في وعاء موصد (أوتوكلاف) عند درجة ٤٧٠م ولمدة ٨ - ١٤ ساعة ليتم تحويل المادة المذكورة إلى بولي كربوسيلان ذات بنية معقدة . يتم بعدها تقطير الناتج تحت الفراغ (Vaccum) لازالة الأجزاء ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة والحصول على وزن جزيئي ١٥٠٠ .

* غزل المصهور :- يتم ذلك للمصهور السائل (Melt-Spun) عند درجة ٣٥٠م لينتج عن ذلك ألياف ذات شعيرات متعددة .

* التقسية :- ويتم عن طريق الأكسدة بالهواء لمدة ٣٠ دقيقة وعند درجة حرارة ١٩٠م .

* المعالجة الحرارية :- تم بعد عملية الأكسدة لزيادة تقسية الألياف حيث تعرض الألياف الناتجة من العملية السابقة - الأكسدة - إلى محيط خامل عند درجة ١٢٠٠م لتحويلها إلى ألياف نهائية ذات قساوة قصوى يمكنها أن تتحمل درجات الحرارة المرتفعة .

ألياف الأسبستوس

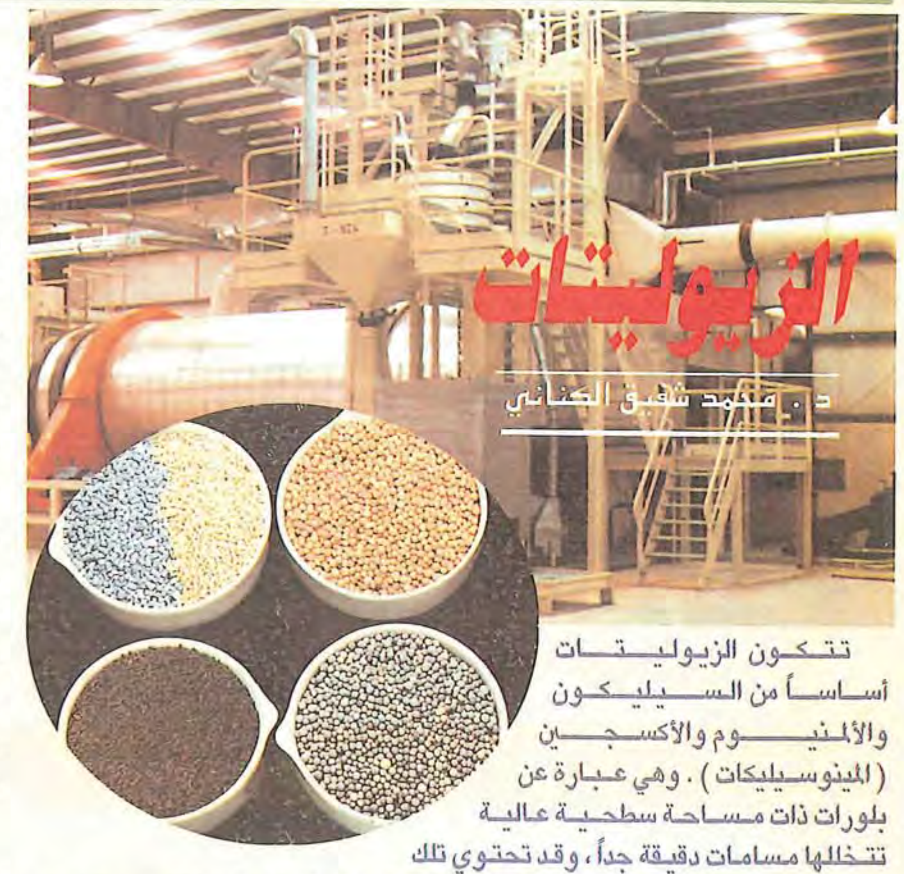
كان الأسبستوس من أهم الألياف المستخدمة في عمليات العزل والتقوية ، ولكن تضاءل استخدامه في السنوات الأخيرة نظراً لاكتشاف تسببه لأمراض سرطانية .

توجد ألياف الأسبستوس طبيعياً في الترسبات المعدنية التي تشكلت بواسطة التحول الهيدروحراري لمعادن الصخور البركانية - الممثلة في معادن الاوليفين والبيروكسين - إلى معادن السيربنتين والأمفيبول ، ويوضح جدول (٤) أهم الصيغ الكيميائية لأهم أنواع ألياف الأسبستوس الطبيعية .

يشكل أسبستوس السيربنتين حوالى ٩٥٪ من ترسبات الأسبستوس الطبيعية ويوجد بصورة أساس في كندا وروسيا ، أما أسبستوس الأمفيبول - يشكل ٥٪ - فيوجد أغلبه في جنوب إفريقيا .

نوع الأسبستوس	الصيغة الكيميائية للوحدة
١- أسبستوس السيربنتن :	
- أسبستوس الكريزوتيل (أورثو - ، كلينو - ، باراكريزوليت)	$Mg_3\,(OH)_4\,(Si_2O_5)$
٢- أسبستوس الأمفيبول :	
(أ) خال من المعادن القلوية أو ذي محتوى منخفض منها :	
- خال من الكلس :	
* الأنثوفليت	$(Mg, Fe^{2+})_7\,(OH)_2\,(Si_8O_{22})$
* أموسيت	$(Fe^{2+}, Mg, Al)_7\,(OH)_2\,[\,(Si, Al)_8O_{22}\,]$
- حاو على الكلس :	
* ترامولايت	$Ca_2\,(Mg, Fe)_5\,(OH, F)_2[Si_8O_{22}]$
* أكتينوليت	$(Ca, Na)_2\,(Fe, Mg, Al)_5\,(OH, F)_2\,[\,(Si, Al)_8O_{22}\,]$
(ب) حاو على المعادن القلوية :	
- كروسيدوليت	$Na_2\,(Fe^{2+}, Mg)_3\,Fe_2^{\,3+}\,(OH)_2\,[\,Si_8O_{22}\,]$

● جدول (٤) أهم أنواع الأسبستوس وتركيبها الكيميائي



الزيوليتات

د . محمد شفيق الكنائي

تتكون الزيوليتات أساساً من السيليكون والألمنيوم والأكسجين (المينوسيليكات) . وهي عبارة عن بلورات ذات مساحة سطحية عالية تتخللها مسامات دقيقة جداً، وقد تحتوي تلك البلورات على الماء الذي يمكن طرده بالتسخين. وقد اشتقت كلمة زيولايت من كلمتين يونانيتين توضحان سلوكية هذه المادة عند تسخينها، هما زيو (Zeo) وتعني يغلي وليثوس (Lithos) وتعني حجر وبذلك تعني كلمة زيوليتات الأحجار التي تغلي .

يمكن التعبير عن الزيوليتات بالصيغة العامة التالية :

$$[(M^{+}, M^{2+}) Al_2O_3]x . [SiO_2]y . Z(H_2O)$$

حيث :

M^+ : كاتيونات المعادن القلوية من المجموعة الأولى مثل أيون الصوديوم (Na^+) أو البوتاسيوم (K^+) .

M^{2+} : كاتيونات المعادن القلوية من المجموعة الثانية مثل أيون الكالسيوم (Ca^{2+}) أو المغنيسيوم (Mg^{2+}) .

Z : عدد جزيئات ماء التميه .

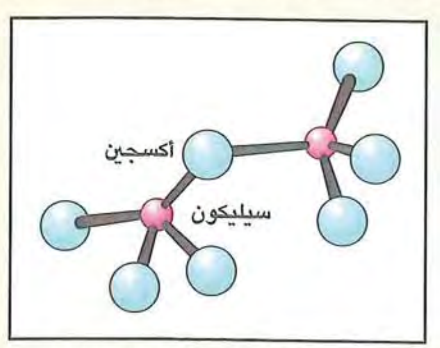
تتمتع الزيوليتات بمساحة سطح كبيرة تقع في مساماتها مراكز فعالة للتبادل الكاتيوني (Cation Exchange Sites) ، وعليه فإنها تتمتع بفعالية عالية تؤهلها إلى أن تؤدي دوراً كبيراً كمحفزات لمختلف التفاعلات الكيميائية .

يعتمد تصنيف الزيوليتات على عدة عوامل من أهمها نسبة السيليكون إلى الألومنيوم ، ونوع كاتيون المعدن (M) ، وتركيب وحدة الخلية . وهي تتشكل بعدة تراكيب ولكنها بوجه عام عبارة عن وحدات بنائية رباعية الأوجه (Tetrahedral) من السيليكا والألومينا . تتصل كل وحدة من السيليكا أو الألومينا بعضها ببعض بوساطة ذرة أكسجين بحيث تؤلف ذرات الأكسجين الرؤوس الأربعة لكل رباعي وجوه يحاط بإحكام إما بذرة سيليكون (Si) أو ألومينوم (Al) ، شكل (١) . وتتقاسم كل ذرة من ذرات الأكسجين الرأسية اثنين من رباعي الوجوه بحيث يمكن القول بأن كل ذرة سيليكون أو ألومينوم موجودة داخل قفص رباعي الوجوه مرتبطة عن طريق ذرة أكسجين متوسطة بالذرات الأربع المجاورة المحصورة داخل أقفاصها .

وعادة ما يكون عدد ذرات الألومنيوم (X) في البنية الشبكية للألومينوسيليكات المكونة للزيوليتات أقل من ذرات السيليكون (Y) أو مساوياً له ، أي أن نسبة السيليكون إلى الألومنيوم (Y/x) ، تساوي واحدا أو أكثر (Y/x > 1) إلا أن هناك حالات استثنائية تصل فيها ذرات الألومنيوم إلى رقم خيالي ، و يوضح الجدول (١) تصنيف الزيوليتات من حيث البنيات الشبكية للألومينوسيليكات ، حيث يتضح أن هذه الأنواع يختلف بعضها عن بعض في التركيب الكاتيوني ، ونسبة السيليكا إلى الألومنيوم التي تعتمد عليها الصفات الفيزيائية والكيميائية للزيوليتات المختلفة مثل الثباتية الحرارية والخواص الوسيطية والرقم الهيدروجيني للسطح وخاصية عدم امتصاص الماء وغيرها . ومن الأمثلة على ذلك مقاومة الزيولايت للأحماض والثباتية الحرارية حيث تزدادان بازدياد نسبة السيليكا .

تتكون بنية الزيوليتات من مجموعة من الفجوات المنتظمة للألومنيوم التي يتصل بعضها ببعض بوساطة مسامات تتراوح أنصاف أقطارها ما بين ٠,٣ إلى ١ نانومتر وذلك حسب نوع الزيولايت ونوع المعالجة التي تتم له . ويتضح من جدول (٢) أن تبادل أيون الصوديوم مع أيون البوتاسيوم يعمل على تناقص حجم المسام في بنية الزيولايت ، وعليه فإن الكاتيونات تلعب دوراً أساساً في خواص الزيوليتات .

من جانب آخر هناك بعض الحالات التي يتم فيها تبادل الكاتيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم



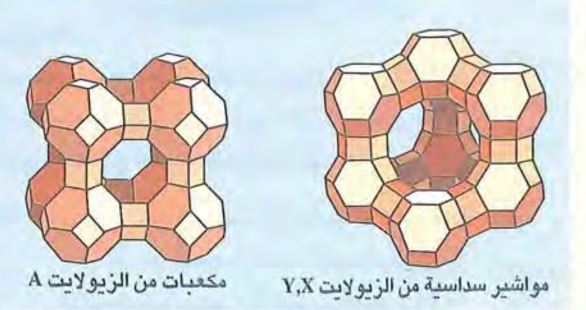
● شكل (١) كيفية ترابط ذرة السيليكون بذرات الأكسجين .

المجموعة	بنية وحدة الخلية	المجموعة	بنية وحدة الخلية
١ ـ أنالسيم (Analsime)		٥ ـ الموردينايت (Mordenite)	
(أ) أنالسيم	$Na_{16} [Al_{16} Si_{32} O_{96}] . 16H_2O$	(أ) موردينايت	$Na_8 [Al_8 Si_{40} O_{96}] . 24H_2O$
(ب) ويراكيت (Wairakite)	$Ca_8 [Al_{16} Si_{32} O_{96}] . 16H_2O$	(ب) فيريرايت (Ferrierite)	$Na_{1.5}Mg_2 [Al_{5.5}Si_{30.5} O_{72}]. 18H_2O$
٢ ـ نترولايت (Natrolite)		٦ ـ التشبازايت (Chabazite)	
(أ) نترولايت	$Na_{16} [Al_{16} Si_{24} O_{80}] . 16H_2O$	(أ) تشبازايت	$Ca_2 [Al_4 Si_8 O_{24}] . 13H_2O$
(ب)ثمسونايت(Thomsonite)	$Na_4 Ca_8 [Al_{20}Si_{20}O_{80}] . 24H_2O$	(ب) زيولايت (Zeolite)	$K_6 Na_3 [Al_9 Si_{27} O_{72}] . 21H_2O$
٣ ـ هيولاندايت (Heulandite)		٧ ـ الفوجاسايت (Faujasite)	
(أ) هيولاندايت	$Ca_4 [Al_8 Si_{28} O_{72}] . 24H_2O$	(أ) فوجاسايت(Zeolite X,Y)	$[Na_{12}Ca_{12}Mg_{11}][Al_{59}Si_{133}O_{334}]. 26H_2O$
(ب) كلينوبتيلولايت(Clinoptilolite)	$Na_6 [Al_6 Si_{30} O_{72}] . 24H_2O$	(ب) زيولايت A (Zeolite - A)	$Na_{12} [Al_{12} Si_{12} O_{48}] . 27H_2O$
٤ ـ فيلبسايت (Phillipisite)		٨ ـ لومونايت (Laumonite)	$Ca_4 [Al_8 Si_{16} O_{48}] . 16H_2O$
(أ) فيليبسايت	$[K,Na]_5 [Al_5 Si_{11} O_{32}] . 10H_2O$	٩ ـ البنتاسيل (Pentasil)	
(ب) زيولايت -Na	$Na_8 [Al_8 Si_8 O_{32}] . 16H_2O$	(أ) زيوليتات (ZSM)	$Na_n [Al_n Si_{96-n} O_{196}] . 16H_2O$ [n ≈ 3]

● جدول (١) البنيات الشبكية لبعض مجموعات الزيوليتات .

بروتون (H^+) ، وفي هذه الحالة يصبح الزيولايت عبارة عن حامض قوي يسمى حامض برونستد .

يوجد في الوقت الحاضر حوالي ١٥٠ نوعاً من الزيوليتات منها ٤٠ نوعاً طبيعيا . وهي تختلف في نسبة السيليكون إلى الألومينوم (Si/Al) في البنية الشبكية الانيونية . ويوضح شكل (٢) البنيات الشبكية لبعض الزيوليتات .



● شكل (٢) أشكال مختلفة من بنيات الزوليتات .

الزيوليتات الطبيعية

تتشكل الزيوليتات المعدنية (الطبيعية) على سطح الأرض ، وذلك في العديد من الصخور وقاع البحر ، وقد اكتشف وجودها لأول مرة حول البازلت المتدفق من

الزيولايت	A	X	Y	موردينايت تركيبي	ZSM - 5
نصف قطر المسام (nm)	٤,١	٧,٤	٧,٤	٧ـ٦,٧	٦
حجم المسام (٪)	٤٧	٥٠	٤٨	٢٨	-

جدول (٢) نصف قطر المسام لبعض الزيوليتات .

فوهات البراكين ، حيث تشكلت بوساطة التفكك الهيدروحراري (Hydrothermal) للصخور البركانية . كذلك اكتشف في حوالي عام ١٩٠٠م كميات كبيرة من الزيوليتات كصخور رسوبية ، اتضح أنها تشكلت ـ بشكل أساس ـ نتيجة فعل الماء على الرماد البركاني أثناء حقب جيولوجية متعددة ومتنوعة ، كذلك وجد أن الزيوليتات قد تتشكل من الطين (Clay) وسيليكا البايوجينيك والفلدسبار والفلدسباثيود .

وتعد الأنالسيم من أنواع الزيوليتات الأقل ثباتاً التي تم تشكيلها أثناء البلورة الابتدائية ، ويمكن تحويلها إلى أنواع ثابتة مثل الفليبسايت أو الكلينوبتيولايت .

يتأثر تشكيل الزيوليتات بعدة ظروف محلية منها : درجة الحرارة (٢٥ ـ ٥٠°م) ، والضغط ، والرقم الهيدروجيني (PH) ، ونوع وتركيز الأملاح ، وتوفر وفعالية مصادر السيليكا والألومنيوم ، وتنشأ الظروف المناسبة لتشكل الزيوليتات وفقاً لأنظمة جيولوجية أو هيدرولوجية متنوعة قد تكون مفتوحة (Open System) ـ معرضة للهواء ـ أو مغلقة (Closed System) عندما تكون في قاع البحار ، وطبقاً لذلك فقد تتشكل الزيوليتات في المناطق القاحلة

وشبه القاحلة، أو على شكل ترسبات بحرية ذات محتوى عال من الأملاح والقلويات، وهنا تتسبب كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) أو بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) في ارتفاع الرقم الهيدروجيني ليصل إلى حوالي ٩,٥ مما يؤدي إلى تحويل الطين إلى زيولايت. وبالقدر نفسه يمكن أن تتشكل الزيوليتات في التربة القلوية الموجودة على سطح الأرض، وكذلك في ترسبات المحيطات نتيجة لفعل الترشيح المائي (Percolating) والطمر (Burial Digenesis) والتفاعل الهيدروحراري (Hydrothermal)، وذلك حسب صفات الترسبات مثل تركيبها الكيميائي وسمكها ومدى تشكلها. وقد تتكون الزيوليتات على شكل طبقات يصل سمكها مئات الأمتار وعلى امتداد مئات الكيلومترات المربعة.

توجد الزيوليتات كذلك كشوائب لخامات ألومينوسيليكات أخرى مثل المنتموريللونيت والكريستوباليت والكوارتز والبايوتيت وفلسبار البوتاسيوم.

تعد الكلينوبتيلولايت والهيولانديت والموردينيت والفلبسايت والتشابازيت والأريونايت والأنالسيم واللومونتايت من أهم الزيوليتات التي تم حصرها في الطبيعة، كما تعد مناطق غرب الولايات المتحدة وكوبا واليابان وتشيكوسلوفاكيا وهنغاريا وصربيا وبلغاريا وإيطاليا وألمانيا من أهم مناطق وجود الزيوليتات الطبيعية.

الأهمية الصناعية للزيوليتات

تدخل الزيوليتات في مجالات صناعية متعددة، فعلى سبيل المثال يدخل الزيولايت من نوع كلينوبتيلولايت (Clinopilolite) في الزراعة كمادة لتحسين التربة خاصة في اليابان وكمادة إضافة لعلف الحيوان. ويعتمد الاستخدام الأول على تأثيرها في زيادة الرقم الهيدروجيني للأرض الحمضية وكمادة تبادل أيوني لتخزين أيونات البوتاسيوم والأمونيوم، وعليه فإنها تزيد من نشاط الأسمدة - خاصة الأسمدة النيتروجينية - وتحفظها لمدة طويلة ليتم الاستفادة منها أثناء نمو النبات.

لولا متطلباتها الضرورية للنقاوة العالية والتركيب الثابت والسعة الكاتيونية العالية (High Exchange Capacity) لنافست الزيوليتات الطبيعية الزيوليتات الصناعية في التطبيقات الصناعية. ومن الأمثلة على الصناعات التي تدخل فيها بعض الزيوليتات الطبيعية والصناعية مايلي:

١ - تجفيف الغازات أو السوائل باستخدام الكلينوبتيلولايت.

٢ - الادمصاص الانتقائي لغازي ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت باستخدام الكلينوبتيلو لايت أو الموردينايت (Mordenite).

٣ - إزالة العناصر المشعة من مياه الصرف (Waste Water) باستخدام الكلينوبتيلولايت بسبب انتقائيتها لأيونات الأسترونشيوم - ٩٠ (^{90}Sr) والسيزيوم - ١٣٧ (^{137}Cs).

وفضلاً عن ذلك فهناك العديد من الزيوليتات الطبيعية التي يمكن استخدامها كمواد مالئة في صناعة الورق والمواد البلاستيكية وضمن مكونات الأسمنت وقوالب البناء الخفيفة.

الزيوليتات التركيبية

بدأت صناعة الزيوليتات في أواخر الثلاثينيات ومابعدها حيث تصنيع عدد من التراكيب الزيولاتية المختلفة في البنية والمشابهة للزيوليتات الطبيعية. وفي منتصف الخمسينيات بدأ الإنتاج التجاري لأنواع معينة من الزيوليتات منها زيولايت (A) الصوديومي والكالسيومي. والزيولايت (X) والزيولايت (Y).

تلا ذلك في منتصف الستينيات بدء إنتاج زيولايت صناعي آخر يسمى (ZSM - 5) حيث Z و S و M الأحرف الأولى من زيولايت سكوني موبيل (Zeolite - Socony Mobil) حيث يوضح لفظ « سكوني موبيل » اسم الشركة المنتجة له. ويتميز هذا النوع باحتوائه على كاتيونات الأمونيوم الرباعية - مثل رباعي ميثيل الأمونيوم - محل كل أو بعض الأيونات الفلزية القلوية. وقد تم تطوير هذا النوع لاستخدامه في عمليات تكرير وتصنيع البترول. وحتى وقتنا الحاضر تم تصنيع أكثر من ١٥٠ نوعاً من الزيوليتات المختلفة لاستخدامها في أغراض متعددة.

تصنيع الزيوليتات التركيبية

تتم صناعة الزيوليتات التركيبية بعدة طرق من أهمها مايلي:

● مواد خام طبيعية

يمكن تصنيع الزيوليتات X و Y وبشكل خاص زيولايت (A) من مواد صلصالية (طينية) كاولينيتية (Kaolinitic Clay) - يكثر وجودها في أوربا الوسطى، وبريطانيا، واليابان، والصين - بتحويل الكاولين حرارياً بالشوى أو بالتسخين إلى درجة حرارة أعلا من ٥٠٠ْ إلى ٧٠٠ْم إلى ميتاكاولين كما هو مبين من المعادلة أدناه :-

$$2Al_2Si_2O_5(OH)_4 \xrightarrow{\text{٥٠٠-٧٠٠ْم}} Al_2Si_2O_7 + 4H_2O$$

كاولين ـ ميتاكاولين

ومن ثم يعلَّق المنتج في محلول من هيدروكسيد الصوديوم ليحول إلى زيولايت (A) عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٠ - ١٠٠ْم، ومن عيوب هذه الطريقة احتمال وجود بعض الشوائب الموجودة أصلاً في المواد الخام.

● مواد خام تركيبية

في هذه الحالة يتم تركيب المواد اللازمة للزيولايت (الألومينا والسيليكا) من مواد أولية، حيث يتم الحصول على ألومينات

الصوديوم بإذابة هيدرات أكسيد الألومنيوم في محلول هيدروكسيد الصوديوم، أما السيليكا المستخدمة فتكون على شكل زجاج مائي أو حبيبات ناعمة جداً أو محلول من السيليكا. ويفضَّل استخدام الزجاج المائي لأنه أرخص ثمناً ولكن من عيوبه أن الزيولايت الناتجة عنه تكون أقل فعالية.

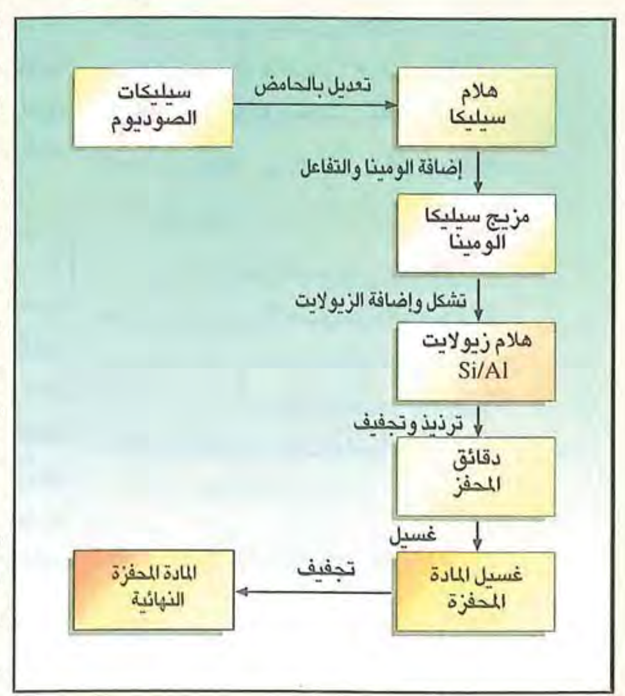
كذلك يمكن استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم حيث يستفاد منه في صناعة الزيوليتات (ZSM) الغنية بالسيليكا والقواعد العضوية مثل هيدروكسيد رباعي ألكيل الأمونيوم بالإضافة إلى هيدروكسيد الصوديوم.

وتتم صناعة الزيوليتات الهامة صناعياً مثل الأنواع (A) و (X) و (Y) بمزج محلول من ألومينات الصوديوم وسيليكات الصوديوم حيث يتشكل هلام (Gel) من ألومينوسيليكات الصوديوم، ورغم أن آلية التفاعل لم تعرف حتى الآن إلا أنه من المعتقد أن الألومينا (Al_2O_3) والسيليكا (SiO_2) المتشكلين في الهلام ينفصلان في المحلول ليتفاعلا من خلال عملية البلمرة ليشكلا الزيولايت.

وللحصول على زيوليتات ذات صفات معينة لاستخدامها في أغراض خاصة يمكن إنشاء ظروف خاصة من درجة الحرارة والضغط والمزج والنسب المولية أو الوزنية أثناء عملية مزج مواد التفاعل، فعلى سبيل المثال فإنه للحصول على زيولايت (A) بغرض التنظيف لابد من إنتاج دقائق صغيرة جداً (أقل من ٠,٥ ـ١ـ٢مم)، وبالتالي فإن إنتاج هذا النوع من زيولايت (A) يتطلب إجراء التفاعل في وقت قصير جداً عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة التبلور مع التحريك المستمر. وبعد تشكل الزيولايت يتم فصله بواسطة الترشيح بالضغط وغسله عدة مرات، بعدها يتم إعادة تدوير واستخدام السائل الأم والرشاحات الناتجة عن الغسيل. ويبين شكل (٣) خطوات صناعة أحد الزيوليتات المستخدمة كمادة محفزة في عمليات تكسير المشتقات النفطية.

● التبادل الكاتيوني

تعد عملية التبادل الكاتيوني للزيوليتات مع كاتيونات أخرى من العمليات الهامة للحصول على زيوليتات يمكن استخدامها في الصناعات البتروكيميائية. وفي هذه الحالة يتم تبادل الأيونات الكاتيونية مثل الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والكالسيوم بعضها ببعض، أو تبادلها بأيونات المعادن الأرضية والمعادن الانتقالية مثل الكوبالت والنيكل والبلاتين والبلاديوم وغيرها. وفي هذه الحالات فإن عملية التبادل قد تجري أثناء عملية التصنيع أو بعدها للحصول على عدد لايحصى من الزيوليتات التي يمكن استخدامها في كثير من الصناعات خاصة الصناعات البتروكيميائية.



● شكل (٣) خطوات صناعة الزيولايت كمادة محفزة.

تشكيل الزيوليتات

يمكن تصنيع الزيوليتات الصناعية بأشكال مختلفة على هيئة كريات أو حلقات أو قطع اسطوانية صغيرة، ويعتمد كل من الشكل والحجم على ظروف تشغيل الوحدة ونوع المفاعل المستخدم، حيث إن كليهما يؤثران على المساحة السطحية الخارجية وهبوط الضغط في المفاعل. ويستخدم لهذا الغرض أجهزة خاصة للحصول على الأشكال المختلفة.

استخدامات الزيوليتات

تستخدم الزيوليتات التركيبية في مجالات صناعية متعددة من أهمها مايلي:

● مبادلات أيونية

يمكن استخدام بعض أنواع الزيوليتات في المنظفات لإزالة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المسببة لعسر الماء وذلك عن طريق التبادل الأيوني لهذه الكاتيونات ـ المانعة لتشكيل رغوة مع الصابون ـ بأيون الصوديوم. وتتم العملية بامرار الماء العسر خلال الزيوليتات المحتوية على أيون الصوديوم والأكثر مقاومة للحامضية، حيث تعمل تلك الزيوليتات على ضم أيون كالسيوم أو مغنيسيوم مقابل تخليها عن أيوني صوديوم، وهكذا يزول عسر الماء ليشكل رغوة مع الصابون أثناء عملية التنظيف.

● عوامل ادمصاص

تتميز الزيوليتات بقدرتها الجيدة على الادمصاص وعليه يمكن استخدامها كمرشحات في عملية فصل الجزيئات الصغيرة نسبياً مثل الماء، وحامض النمل، والميثانول والإيثانول. أما الجزيئات الكبيرة مثل الأسيتون والإيثر والبنزين

فإنه لايمكن ادمصاصها بواسطة الزيوليتات بسبب قلة حجم مسامها البلورية ، ولذلك يطلق على الزيوليتات اسم المناخل الجزيئية . وذلك يعني أن الزيوليتات لها خاصة انتقائية في ادمصاص المواد ، مما يجعلها تكتسب أهمية في عملية التجفيف ، كعملية فصل الماء والجزيئات القطبية ، وعملية تنظيف الغازات الطبيعية أو الهواء قبل إسالتهما .

إضافة لذلك يستفاد من خاصية الإدمصاص في إزالة ثاني أكسيد الكربون والمركبات الكبريتية مثل كبريتيد الهيدروجين (Hydrgen Sulphide) والميركبتانات(Mercaptans) وثاني أكسيد الكبريت من المزائج الغازية .

● الصناعات البترولية والبتروكيميائية

تعد الصناعات البترولية والبتروكيميائية من أهم المجالات التي تستخدم فيها الزيوليتات . ومن أهم العمليات الصناعية في هذا المجال عمليات التكسير الحفزي والتكسير الهيدروجيني والألكلة (Alkylation) والتماكب (Isomerization)، وعمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية وتحويل بعض المشتقات النفطية إلى مشتقات أخرى والتي من أهمها تحويل الميثانول إلى مركبات ألوفينية ، وغيرها من الاستخدامات . ويبين الجدول (٣) بعض التطبيقات الصناعية البترولية والبتروكيميائية الهامة لأنواع معينة من الزيوليتات .

تعمل الزيوليتات في التفاعلات المذكورة كمحفزات وفق آلية تسمى الحفز الانتقائي للشكل (Shape - Selective Catalysis) ، وفي هذه الآلية يؤثر شكل وحجم مسام الزيولايت على انتقائية التفاعل بطريقتين وذلك كما يلي :

١ ـ يعمل حجم وشكل المسام على دخول الجزيئات الأصغر وطرد الجزيئات الأكبر خارجها ، وبذلك تهيء الفرصة للجزيئات الصغيرة بأن تتفاعل بعضها مع بعض ، وهذا الأمر لا يمكن أن يحدث لو لم تتم عملية الفصل (الانتقاء) بوساطة الزيوليتات .

٢ ـ تحدث انتقائية المواد الناتجة عندما لا تستطيع جزيئاتها من الانتشار خارج المسام، وإذا تشكلت فإنها تتحول إلى جزيئات أصغر أو إلى ترسبات كربونية قد تعمل على إغلاق المسام ، وبتزايد الترسبات تقل الفعالية الحفزية للزيولايت ، مما يتطلب إما استبداله أو إزالة الترسبات المذكورة ، وهو ما يعرف بعملية التنشيط (Activation) .

ولحدوث الانتقائية للشكل فإنه من الضروري أن تكون جميع المراكز الحفزية الفعالة داخل المسامات . فعلى سبيل المثال تتم عملية الحفز الانتقائي للشكل في الزيولايت (ZSM-5) عند صناعة البارازايلين من التولوين بسبب أن حجم أو شكل مسامات الزيولايت المذكور أو كليهما يسمح بمرور جزيئات التولوين عند درجات حرارة عالية تصل إلى ٥٢٠°م ، وعندئذ تقوم المراكز الفعالة داخل المسام بدورها في تحويل التولوين إلى بنزين وبارازايلين (p-) واورثوزايلين (o-) وميتازايلين (m-) ، وعندها تخرج جزيئات البنزين والبارازايلين بسهولة من المسامات لصغر حجمها وتبقى جزيئات الأورثوزايلين والميثازايلين داخل المسام ليتم تحويلهما عن طريق التماكب الموضعي إلى بارازايلين وعندها فقط يمكنها الخروج من المسامات ، شكل (٤).

نوع الزيولايت	أهم التطبيقات
RE* - Y , H - Y **	التكسير الحفزي للهيدروكربونات الثقيلة
Pd, H - Y	التكسير الهيدروجيني للهيدروكربونات الثقيلة
Pt, H - Erionite H - ZSM - 5	التكسير الهيدروجيني الانتقائي للألكانات النظامية بوجود الكانات متفرعة
Pt, H - Mordenite	تماكب الالكانات المستقيمة والمتفرعة
H - ZSM - 5	صناعة اثيل البنزين
Ni,H - ZSM - 5	تماكب الزايلينات
H - ZSM - 5	نزع الالكيل من العطريات المؤلكلة
H - ZSM - 5	تحويل الميثانول إلى جازولين
VPI - 5 ***	تكسير المواد الهيدروكربونية للحصول على الجازولين من مصادر نفطية

* Rare earth exchange

** Hydrogen exchange

*** زيوليتات فسفورية بدلا من سيليكونية .

● جدول (٣) التطبيقات الصناعية لبعض الزيوليتات .

الخطوة الأولى — ٥٢٠°م — 6 تولوين CH_3 — زيولايت-ZSM-5

الخطوة الثانية — ٥٢٠°م — ميتا زايلين — أورثو زايلين — بنزين + بارا زايلين — زيولايت-ZSM-5

الخطوة الثالثة — ٥٢٠°م — تماكب موضعي — زيولايت-ZSM-5

● شكل (٤) خطوات تحول التولوين إلى بارازايلين بالتماكب الموضعي .



صناعة الخزف

م . طارق محمد يوسف

تعد صناعة الخزف أو السيراميك (Ceramic) من الفنون الحرفية والتطبيقية التي عرفها الإنسان على مر العصور ، والتي تعتمد في صناعتها على واحدة من أهم المواد المكونة للقشرة الأرضية ألا وهي الصخور الطينية التي تتكون بفعل التحلل وعوامل التعرية المختلفة .

وتطلق كلمة خزف على كل ما هو منتج من مواد طينية لازبة بعد تشكيلها وحرقها ، ويرجع أصل هذه الكلمة إلى كلمة « كيراموس » الإغريقية التي تعود إلى اللغة « السنسكريتية "Sanskrit" » ، وهي إحدى اللغات الهندية القديمة وتعني الشيء المصنع (المشغول) من الطين . وقد بدأت صناعة الخزف في بلاد الأناضول عام ٦٠٠٠ق.م ،ثم انتشرت عام ٤٠٠٠ ق.م في المناطق المعروفة الآن بالشرق الأوسط ، وأوربا الوسطى والبلقان .

تستخدم المنتوجات الخزفية في أغراض كثيرة منها مواد البناء كالطوب والقرميد والمواسير ، والمواد المنزلية كبلاط الحمامات والمطابخ والقدور وأحواض الأزهار ، والعوازل الحرارية والكهربائية والأوعية الكيميائية ، والخزف الفني ... وغيرها .

مواد الخزف الأولية

تدخل في صناعة الخزف عدة مواد أولية يمكن توضيحها على النحو التالي :

● الطين

يعد الطين (Clay) مادة الخزف الأساس، وهي مادة غير عضوية ناتجة عن تحلل الصخور النارية الحامضية (أكثر من ٦٥٪ سيليكا) ، والقاعدية (أقل من ٦٥٪ سيليكا) وتتركب من حبيبات (يقل قطرها عن $\frac{١}{٢٦٥}$ مم) من الكوارتز والمعادن الطينية (سيليكات الألمنيوم - $Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$) مع كمية قليلة من الميكا ($KAl_2(Si_3AlO_{10})(OH)_2$) ، وأكاسيد الحديد والألمنيوم ، كما تحتوي على بعض المواد ذات الأصل العضوي .

وينقسم الطين إلى أربعة أقسام هي :

* **الكاولين (Kaolinite)** : ويعرف بالطين الأولي ، وهو راسب صلب أبيض اللون يتكون من سيليكات الألمنيوم المائية النقية ، ويوجد الكاولين عادة في المناطق الجرانيتية حيث تتكون السيليكات نتيجة تحلل معادن الفلسبار الأورثوكليزي ($KAlSi_3O_8$) بفعل عوامل التجوية والتفكك الهيدروحراري ، ويتركز الكاولين بفعل مياه الأمطار أو المجاري المائية في طبقات ، كما أنه يوجد أيضاً في عروق الصخور الجرانيتية .

ينصهر الكاولين عند درجات حرارة عالية تتراوح بين ١٤٠٠ْم إلى ١٨٥٠ْم ، وله عدة أنواع أهمها :

- **حجر الكاولين (ثنائي سيليكات الألمنيوم المائية)** : ويستخدم في صناعة المواد الخزفية البيضاء، والأدوات الصحية ، والحراريات (المواد المقاومة لتأثير الحرارة) .

- **كاولين سليس** : ويحتوى على نسبة عالية من السيليكا تصل إلى حوالي ٣٠٪، ويستخدم بصفة أساس في صناعة الطوب الحراري ، كما أنه يستخدم كمادة إضافية في صناعة البورسلان والفخار وبعض الحراريات .

- **طين صيني** : وهو كاولين ذو درجة نقاوة عالية ، ويستخدم بصفة خاصة في صناعة الأوعية الخزفية مثل الأواني والأدوات المنزلية ... وغيرها .

* **معادن الطين (Clay Minerals)** : وتعرف بالطينة الثانوية ، وتتركب من سيليكات مائية غير متبلورة لعناصر الألنيوم والحديد والمغنيسيوم ، وهي ناتجة عن تحلل الكاولينات (طينة أولية) بفعل عوامل التجوية المختلفة (ماء ، ورياح ، وجليديات) ، وتتميز معادن الطين الثانوية بشدة نعومة ملمسها ، واحتوائها على مواد قلوية ، وقابليتها للتشكل ، كما تختلف خواصها باختلاف المواد

العالقة بها . ومن أمثلة معادن الطين الهولويسيت ($Si_4Al_4O_{10}(OH)_8.4H_2O$) ، والمونتموريلونيت ($(Al,Mg)_2 [(Si,Al)_4O_{10}] (OH)_2.nH_2O$)، وطينة البورسلان ، وتنقسم معادن الطين تبعاً لدرجة انصهارها إلى ثلاثة أنواع هي :

ـ طينات عالية الانصهار : تنصهر عند درجات حرارة تصل إلى حوالي ١٧٠٠م ، ومنها الطينة البيضاء ، والطينة اللازقة أو الكروية (نوع من معدن الهولويسيت) ، والطينة الحرارية ، ويوضح الجدول (١) أهم خواص واستعمالات كل منها .

ـ طينات متوسطة درجة الانصهار : وتنصهر عند درجات حرارة تتراوح بين ١٢٠٠م إلى ١٣٥٠م ، ويختلف لونها ما بين البني ، والأحمر (لإحتوائها على أكسيد الحديديك) ، والأسود . وتستعمل هذه الطينات في صناعة طوب البناء وقدور الفخار ، وقطع الخزف الفني .

ـ طينات منخفضة درجة الإنصهار : وتنصهر عند درجات حرارة منخفضة (أقل من ١٠٠٠م) ، ولا يصح حرقها عند درجة حرارة أعلى من ذلك حتى لا يصاب جسم المنتج الخزفي بالتشوه والإنتفاخ لإحتوائها على نسبة عالية من مساعدات الصهر والمواد القلوية . وتستخدم هذه الطينة بصفة أساس في صناعة الطوب العادي والمشغولات الخزفية الشعبية . ويوضح الجدول (٢) أنواع الطينات منخفضة درجة الانصهار ولونها وخواصها واستخداماتها المختلفة .

*** أشباه الطين :** وهي عبارة عن سليكات ألومنيوم مائية متبلورة ، ناتجة عن تحلل الصخور النارية القاعدية ، وتختلف معادنها باختلاف عدد جزئيات السيليكا والماء بها ، ويتراوح لونها بين الرمادي إلى الأحمر الداكن ، وتتميز بأنها دهنية الملمس، وشديدة الالتصاق والترابط عند امتزاجها بالماء . ومن أهم أنواع أشباه الطين نوعين هما الطين البازلتي والطين البركاني ، وهما إحد نواتج تحلل صخور البازلت والرماد البركاني على التوالي ، ويستخدم الطين البازلتي (مثل صخر الدولوريت ـ Dolorite) في صناعة مواد البناء الخزفية ، بينما يضاف الطين البركاني (مثل صخر البنتونيت ـ Bentonite) على الخلطات ليزيد من تماسكها وترابطها وتحسين قابلية تشكيلها .

● مساعدات الصهر

تضاف مساعدات الصهر إلى الطين لتقليل درجة انصهار الجسيمات المكونة له، كما أنها تستخدم كمادة رابطة للجسم الخزفي أثناء حرقه في الأفران . وذلك لأن درجة حرارة انصهار مساعدات الصهر أقل من درجة حرارة إنصهار الطين.

وتعد صخور الفلسبار والسيليكا من أهم مساعدات الصهر التي تدخل في صناعة الخزف ، حيث يمنع وجود السيليكا حدوث التشقق والانكماش في المنتج الخزفي .

● المواد الجيرية

المواد الجيرية عبارة عن مركبات أكاسيد الكالسيوم الطبيعية (مثل الحجر الجيري ، والطباشير والرخام) ، وتستخدم في تبييض عجائن وخلطات التزجيج .

● المواد الإضافية

تتمثل المواد الإضافية في عدة مواد منها الكوارتز والفلسبار ، وكبريتات الباريوم($BaSO_4$) ، والأوجيت $CaNa (Mg,Fe,Al) (SiAl)_2O_6$ ، والحجر الجيري ، ومساحيق الزلط والطين المكلس ، وكربيد الكالسيوم ، وتضاف إلى خلطة الطين لتضيف خواصاً جديدة للمنتج الخزفي حسب نوعه واستخدامه مثل زيادة نعومة سطح المنتج ، وزيادة متانته بعد التسوية ، وتقليل مساميته ، وتخفيض معدل انكماشه وتمدده عند التسخين والتبريد مما يمنع تشقق المنتج وكسره . كما تعمل المواد الإضافية كمادةمالئة للفراغات المسامية للجسم الخزفي إذا كانت درجة انصهارها أقل من درجة إنصهار الطين ، أما إذا كانت درجة انصهارها أعلى فتعمل المواد الإضافية كهيكل للجسم بعد تسويته .

وعلى سبيل المثال تضاف مساحيق الفلسبار إلى الطين لتعديل لزوبيته ، وتضاف مساحيق الزلط والطين المكلس إلى منتجات الفخار والطوب الحراري والبوكسيت ($Al_2O_3.2H_2O$) لزيادة قدرة تحمل المنتجات الخزفية للحرارة ، كما يضاف كربيد الكالسيوم إلى عجائن بعض المنتجات ليقلل من التشوهات التي تحدث للأجسام عند حرقها في درجات حرارة مرتفعة نظراً لارتفاع درجة إنصهارها .

● الملونات

الملونات عبارة عن عجائن تتكون من طينة طبيعية محتوية على أكاسيد بعض المعادن للحصول على لون خاص . ومن الأكاسيد الملونة المستخدمة في صناعة الخزف أكسيد النحاس (أزرق يميل إلى الخضرة) ، وأكسيد الكوبالت (أزرق) ،

نوع الطينة	الخواص	الاستخدامات
الطينة البيضاء	بيضاء اللون ، عالية النقاوة لاحتوائها على نسبة عالية من الألومينا ، خالية من الحديد ، شديدة التماسك ، تنصهر عند درجات الحرارة العالية (١٧٠٠م) .	صناعة الفخار الأبيض والصيني
الطينة اللزقة أو الكروية	رمادية أو سوداء اللون تكتسب اللون الأبيض أو الكريمي بعد الحريق ، ناعمة الملمس شديدة التماسك والالتصاق ، تُحرق عند درجة حرارة من ٩٤٠م إلى ٩٨٠م ، وتتحمل درجات الحرارة العالية دون تشوهات .	صناعة الطوب الحراري
الطين الحراري	أبيض اللون مائل إلى الرمادي ، يتكون من كاولين تصل فيه نسبة الحديد إلى ٣٪ من نسبة الكوارتز ، خال من القلويات ، يتحمل فروق درجات الحرارة العالية (عمليات التسخين والتبريد) المفاجئة دون تفتت.	صناعة الطوب الحراري المبطن للأفران ، مواسير المداخن ، والمواسير الناقلة للمواد الآكلة ، الأوعية الكيميائية ، أدوات الصهر .

● جدول (١) أهم أنواع وخواص واستخدامات الطينات عالية درجة الانصهار .

نوع الطينة	الخواص	الاستخدامات
الطينة السليسية	صفراء اللون ، تحتوي على عنصر الكوارتز بنسبة ٥٠٪ من وزن الطينة .	صناعة المواسير كالبرابخ غير المزججة .
الطينة القلوية	لونها رمادي تحتوي على ٢ ـ ٥٪ قلويات من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم ونسب منخفضة من أكسيد الحديديك ، سهلة الإنصهار .	لا يصلح منها في الصناعة إلا المحتوي على نسب قليلة من المواد القلوية .
الطينة الجيرية	صفراء أو سوداء اللون ، ضعيفة التماسك خشنة الملمس ، تحتوي على مركبات الكالسيوم (الجير والجبس) مع نسب متفاوتة من أكاسيد الحديد ، تتزجج عند درجة حرارة ١٠٠٠°م ، وتنصهر عند درجة حرارة ١٣٥٠°م	صناعة الطوب العادي ، وأنواع مختلفة من الفخاريات .
الطمي (الغرين)	بني فاتح اللون ، ناتج من ترسيب مياه الأنهار على جوانب النهر ، شديد التماسك والتلاصق ، يحتوي علي الكاولين وعلى نسبة عالية من أكاسيد الحديد (مما يكسبها اللون الأحمر عند الحريق) والكوارتز والفلسبار والميكا البيضاء والسوداء .	صناعة الطوب البلدي وبعض المشغولات الخزفية بعد غسله وترسيبه لفصل الأملاح والمواد الخشنة عنه .
التربة الزراعية	لونها أسود ، شديدة التماسك والالتصاق ، قابلة للتشكيل لما تحتويه من مواد غروية (سيلكات الألومنيوم المائية ، أكاسيد الحديد المائية ، الألومينا المائية) ومستحلب الدبال .	صناعة الطوب العادي .
الحماة	يتراوح لونها بين الرمادي والأسود وتحتوي على نسبة عالية من المواد الكربونية (نباتات متفحمة وجرانيت وأسفلت وليجنيت وفحم بتيوميني) .	يستخدم المحتوي منها على القليل من المواد الكربونية في جميع المشغولات الخزفية لأن وجود المواد الكربونية يؤخر من عمليات الأكسدة التي تساعد على تسويته وبالتالي تستغرق مشغولاتها وقتا كبيرا في التسوية .

● جدول (٢) أهم أنواع وخواص واستخدامات الطينات منخفضة درجة الانصهار .

وأكسيد الأنتيمون (أصفر) ، وأكسيد المنجنيز (بني) ، وأكسيد القصدير (أبيض زجاجي قاتم) ، وأكسيد اليورانيوم (أسود) ، وأكسيد الحديد (بني ، أحمر) .

أنواع الخزف

تنقسم المنتوجات الخزفية تبعاً لبنيتها ، ومساميتها ، ونوع الطينة المستخدمة فيها ، ودرجة حرارة حرقها وتسويتها إلى ثلاثة أنواع هي :

● الفخار

يعد الفخار أكثر منتجات الخزف مسامية وليونة ، ويتم حرقه عند درجات حرارة تتراوح بين ٧٠٠°م إلى ٩٦٠°م ، ومنه نوعان هما :

* فخار أحمر : ويصنع من طينة ثانوية سهلة الإنصهار ، ومن طينات قلوية.

* فخار أبيض : يحرق في درجات حرارة أعلى من درجة حرارة حرق الفخار الأحمر، ويصنع من طينة ثانوية بيضاء عالية الانصهار .

● خزف غير مسامي

يصنع الخزف غير المسامي من الكاولينات (طينة أولية) مع الفلسبار كمساعد صهر ، ويحرق عند درجة حرارة عالية تتراوح بين ١٢٠٠°م إلى ١٤٥٠°م . ويعد الخزف غير المسامي من أفضل أنواع الخزف القابلة لعملية التزجيج وذلك لعدم وجود أي شوائب تشكل عازلاً بين السطح الزجاجي وسطح الجسم ، كما أنه يمتاز برنينه وكثافته العالية وصلادته ومقاومته العالية للكهرباء والحرارة والمواد الكيميائية . يدخل الخزف غير المسامي في صناعة العوازل ، وقوابس الكهرباء ، والأدوات المنزلية الراقية .

● خزف حجري

يتوسط الخزف الحجري في خصائصه بين الفخار والخزف غير المسامي ، فهو أقل مسامية من الفخار ، وأقل صلادة ومقاومة لتأثير الكيميائيات من الخزف غير المسامي ، كما أنه يصنع من طينة ثانوية حرارية خالية من الحجر الجيري ، ويحرق عند درجة حرارة تتراوح بين ١٠٠٠°م إلى ١٢٠٠°م . ومن أهم منتوجاته أدوات المعامل الكيميائية ، والأنابيب الناقلة للسوائل الآكلة ، وفي صناعة الأدوات الصحيحة وأوعية الطبخ . ويوضح الجدول (٣) أنواع المنتوجات الخزفية ـ التي يمكن تشكيلها من الفخار والخزف غير المسامي والخزف الحجري ـ ونوع الطينة المستخدمة ، والاستخدامات والخواص .

صناعة الخزف

تمر صناعة الخزف بعدة مراحل لإنتاج المشغول الخزفي هي كالتالي :

● التحليل الكيميائي للطين

يعد التحليل الكيميائي للطين من أهم التقنيات الحديثة في مجال الصناعات الخزفية ، حيث يمكن بوساطته تحديد عدة خصائص للعينة وبالتالي معرفة مدى صلاحيتها لهذه الصناعة . ومن أهم هذه الخصائص مايلي :

١ ـ تحديد درجة نقاوة الطين ، أي مقدار ما يحتويه من سيليكات الألمنيوم المائية ، حيث

نوع المنتج	نوع الطينة المستخدمة	الاستخدامات	الخواص
مواد البناء	طينة ثانوية حرارية خالية من الجير .	أنواع الطوب ، والتربيعات ، والمواسير ، والأدوات الصحية ، ومشغولات الفخار الأحمر المستخدمة في البناء .	مسامية ،و قليلة الكثافة ، تتحمل تأثير المواد الكيميائية والمياه الآكلة .
الحراريات	طينة حرارية تحتوي على مواد ذات خواص حرارية من الكوارتز ، والماجنيزيت والزركون ، والكروميت ، والبوكسيت .	أواني الصهر ، والمواقد ، وبناء الأفران ، والغلايات ، وبيوت النار .	مقاومة لدرجات الحرارة العالية ، وتتحمل الصدمات الحرارية المفاجئة دون أن تتكسر .
العوازل الحرارية	حجر الدياتوم مخلوط مع الطين .	تبطين الأفران ، وبيوت النار .	مقاومة التوصيل الحراري .
العوازل الكهربائية	البورسلان .	المفاتيح الكهربائية ، وأجسام الموصلات الكهربائية ، والقوابس .	مقاومة عالية للكهرباء .
الأوعية الخزفية (الأواني ، والأدوات المنزلية ، والأوعية الكيميائية ، والخزف الفني)	طينات الخزف الحجري والبورسلان .	أوعية الطبخ ، وأواني الطعام ، وتخزين وتعبئة المواد الكيميائية ، والقطع الفنية والتحف .	مقاومة لتأثير الحرارة ، ومقاومة للكسر ، وخالية من الأكاسيد الضارة ، ومقاومة لفعل الكيميائيات ، ومسامية ، وقابلة للطلاء الزجاجي والتلوين .

● جدول (٣) أنواع المنتوجات الخزفية ونوع الطينة المستخدمة واستخداماتها وخواصها .

أنه كلما زادت نسبة هذه المادة زادت درجة نقاوته .

٢ ـ تحديد نسب مكونات الطين (كاولينات، ومعادن الطين ، وأشباه الطين) وبالتالي إمكانية عمل الخلطة المناسبة لمختلف المنتوجات الخزفية .

٣ ـ معرفة خواص الطين الحرارية وذلك بمقدار ما يحتويه من مساعدات الصهر حيث أنه كلما زادت نسبتها في الطين انخفضت الخواص الحرارية له .

٤ ـ تحديد لون المنتج الخزفي بعد الحرق وذلك بما تحتويه الطينة من نسبة أكاسيد الحديد وأكاسيد المنجنيز ، فعلى سبيل المثال إذا تراوحت نسبة أكسيد الحديد بالطينة بين ١٪ إلى ٣٪ يكون لون المنتج بنياً ، أما إذا زادت النسبة عن ٣٪ فانه يصعب تحديد اللون لأنه يزداد قتامة بازدياد نسبة الأكسيد. ولذلك يجب اجراء عدة تجارب على عينة من الطين لبيان اللون الحقيقي الذي سيكون عليه المنتج بعد حرقه .

٥ ـ معرفة نوع المواد الضارة بالطينة (الكبريت، ومركبات كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم ، والمواد الكربونية صعبة التطاير ، وأملاح البوتاسيوم والصوديوم) ثم إزالتها والتخلص منها ، إما بالمعالجة الكيميائية لها ، أو بطرق الغسيل والترسيب ، وخاصة للمواد الضارة التي لها قابلية للذوبان في الماء .

وترجع خطورة وجود بعض المواد الضارة بالطينة على المشغولات الخزفية إلى عدم تطايرها من الجسم الخزفي في درجات الحرارة المنخفضة ـ عندما يكون الجسم مسامياً ـ قبل مرحلة التزجيج ، حيث أنه يصعب بعد هذه المرحلة التخلص من المواد الضارة فتحبس داخل الجسم الخزفي ، وينتج عنها انتفاخات في جسم المنتج وبالتالي تشوهه .

● تجهيز المواد الأولية

يتم تجهيز المواد الأولية (الطين ومساعدات الصهر والمواد الجيرية والمواد الإضافية والملونات) المستخدمة في صناعة الخزف وذلك بتكسيرها ثم طحنها في اسطوانات دوارة للحصول على مسحوق ناعم منها ، يتم نقله إلى خلاطات مزودة بأذرع عالية السرعة ، تعمل على خلط الطينة بالماء للحصول على عجينة سائلة ، تنقل بدورها إلى خزان من البلاستيك مزود بقلاب بطيء الحركة لمنع ترسب حبيبات الطين .

● التشكيل

يتم تشكيل عجينة الطين السائلة في صورة منتوجات خزفية بعدة طرق هي :

* **القولبة (Molding)** : وتتم بصب العجينة مباشرة في قوالب خاصة ـ



● شكل (١) إحدى طرق تشكيل الأواني الخزفية (الدولاب) .

تستخدم فيها مكابس ضاغطة آلية مصنوعة من الفولاذ القاسي ـ بالشكل المطلوب لتكون صالحة للاستعمالات المختلفة .

* **البثق (Extrusion)** : ويتم فيها وضع العجينة في مرشحات لفصل الماء منها حتى تصل نسبة الرطوبة بها إلى حوالي ٢٥٪ ، ثم تدفع العجينة إلى آلة بثق يخرج منها الطين على شكل عامود يُقطع إلى إسطوانات أو أقراص من الطين ، يتم تشكيلها إلى منتوجات خزفية مختلفة ، وذلك إما يدوياً أو بضغط الطين في قوالب معدنية خاصة بالشكل المطلوب ، أو باستخدام الآلة الدوَّارة ، شكل (١) ، التي تعد من أقدم طرق التشكيل السريع للمنتج الخزفي .

● التجفيف

تتم عملية التجفيف بترك المنتج الخزفي النهائي على أرفف خشبية بجانب فرن الحرق لتجف ، وتعتمد مدة تجفيف المنتج على كمية الماء المضافة أثناء المزج ، وعلى نسبة رطوبة الجو ، فكلما قلت الرطوبة زاد معدل جفاف المنتج ، وعلى سبيل المثال يتم جفاف المنتج في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية خلال ٢٤ ساعة لانخفاض نسبة الرطوبة بها ، ومن ثم يتم حرق المنتج في اليوم التالي مباشرة .

● التزجيج

تبدأ عملية التزجيج (Glazing) بإعداد مادة التزجيج السائلة التي تتكون من خليط من مركبات السيليكات ، والفلسبار ، وكربونات الكالسيوم ، والدولوميت ، والرمل ، والكاولين ، وكبريتات الباريوم ، وأكاسيد معدنية ثم يغطى بها المنتج وذلك بإحدى طريقتين هما :

* **طريقة جافة** : وتتم برش مادة التزجيج على المنتج الخزفي بوساطة مسدس رش .

* **طريقة رطبة** : وتتم بغمر المنتج في إناء يحتوي على محلول التزجيج ، أو بصب المحلول على المنتوجات أو بدهانها بالفرشاة .

● الحرق

يتم حرق (شوي) المنتج بعد تجفيفه وذلك لتثبيت حجمه ووزنه وتحويله إلى جسم صلب ، وهناك نوعان من الحرق هما :

* **الحرقة الأولى** : وتعرف بحرقة « البسكويت » وتتم عند درجة حرارة منخفضة قبل تغطية المنتج بالطلاء الزجاجي، وتساعد هذه الحرقة على التخلص من بعض الشوائب التي قد تكون ضارة بالمنتج في مرحلة التزجيج ، كما تستخدم هذه الحرقة للنواتج الخزفية غير المتزججة .

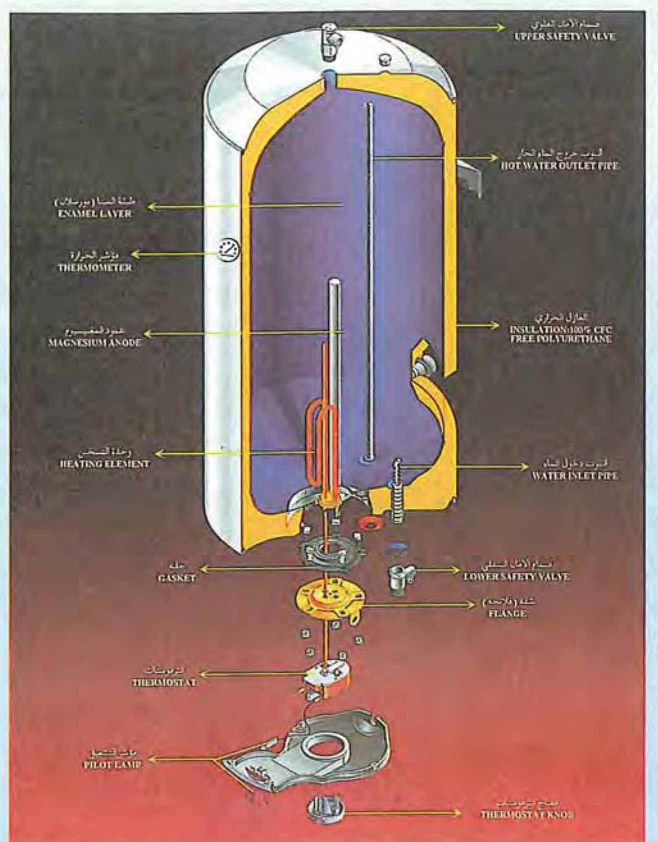
* **الحرقة الثانية** : وتتم ـ بعد تزجيج المنتج ـ في أفران كهربائية يبلغ طول الواحد منها حوالي عشرة أمتار ، وفيها يُرص المنتج على بلاطات حرارية ويحرق في درجات حرارة عالية تتراوح بين ٧٠٠°م إلى ١٤٥٠°م وذلك تبعاً لنوع المنتج ، ودرجة انصهار الطينة المستخدمة . وتحدد مدة الحرق إما بالنظر إلى درجة توهج الجسم الخزفي أو عن طريق أصابع إختبار مصنوعة من عجائن معينة تنصهر عند درجات حرارة معلومة والتي على ضوئها تحدد المدة الزمنية التي يغلق عندها الفرن . ثم يترك المنتج داخل الفرن ليبرد تدريجياً حتى لا يتعرض للتبريد الفجائي فيسبب ذلك ضرر للمنتج أو للطبقة المتزججة .

الفحص والتعبئة

يتم فحص المنتوجات الخزفية وإنتقاء المنتجات الخالية من العيوب (انتفاخات أو تشققات على سطح المنتج) التي تحدث من وجود بعض الشوائب الضارة أثناء عملية الحرق أو التبريد ، ثم تعبأ تلك المنتوجات في عبوات من الكرتون وتنقل إلى أماكن التوزيع .

صناعة الخزف في المملكة

تعد صناعة الخزف من الصناعات التقليدية القديمة التي ظهرت في المملكة منذ مئات السنين ، وقد ساعد توفر الخامات وسهولة الحصول عليها ونقلها من أماكنها على نمو هذه الصناعة وتطورها ، ويوجد الآن في المملكة العديد من المصانع الخزفية منها مصنع الفخار والخزف الحديث في مكة المكرمة ، ومصنع الخزف السعودي بالرياض الذي إستخدم أحدث التقنيات الحديثة في صناعة الأدوات الصحية والترابيع . ومن ضمن المواد المستخدمة الموجودة بالمملكة مادة المينا (البورسلان) لإنتاج سخان الخزف السعودي، شكل (٢) حيث تم طلاء إسطوانة السخان من الداخل بهذه المادة التي تمنع تكون الصدأ داخل الخزان مما أدى إلى إطالة عمره وسهولة حصول المستهلك على مياه ساخنة ذات درجة نقاوة عالية لإستخدامها في إعداد الأطعمة والمشروبات .



● شكل (٢) إستخدام طلاء المينا في صناعة السخانات الكهربائية .



مركبات سيليكونية أولية

د. محمد شفيق الكناني

يعد السيليكون ثاني العناصر وفرة ـ بعد الأكسجين ـ في القشرة الأرضية، إذ تبلغ نسبته حوالي ٢٥٪ وزناً، ويوجد السيليكون في الطبيعة إما على شكل سيليكا حرة كالكوارتز والرمل والفلنت (الحجر الصوان)، وإما على شكل سيليكات معادن مثل سيليكات الألمنيوم والحديد والمغنيسيوم.

يتم الحصول على السيليكون عالي النقاوة باختزال ثاني أكسيد السيليكون بالكربون، ثم معالجة السيليكون الناتج بالكلور لتكوين رباعي كلوريد السيليكون الذي يختزل بالهيدروجين بعد تنقيته، كما يمكن الحصول على السيليكون بدرجة نقاوة أعلى بطريقة الصهر الموضعي (Depositional Melting).

وهناك عدة أشكال تجارية للسيليكون هي :ـ

١ـ الفيروسيليكون (FeSi) : وينقسم إلى ثلاثة أنواع طبقاً للنسبة المئوية لمحتواها من السيليكون وهي (FeSi-10) وتتراوح نسبة السيليكون فيه بين ٨٪ إلى ١٣٪، و (FeSi-90) بمحتوى سيليكون يتراوح بين ٨٧٪ إلى ٩٥٪، وسيليسيد (٦٠٪ إلى ٦٥٪ سيليكون).

٢ـ سيليكون الصناعات التعدينية : وتتراوح نقاوته ما بين ٩٨,٥٪ إلى ٩٩,٧٪.

٣ـ سيليكون الصناعات الإلكترونية : وتعتمد درجة نقاوة السيليكون ـ في هذه الحالة ـ على مجال استخداماته، حيث تصل هذه النسبة غالباً إلى أكثر من ٩٩,٩٩٩٪.

يستخدم السيليكون في صناعات عضوية وغيرعضوية عديدة، فبالإضافة إلى أهميته بصفة أساس في صناعة الأسمنت والزجاج والخزف، فإنه يمكن استخدامه كمادة أولية في صناعات أخرى كثيرة منها الصناعات الإلكترونية، والوصلات الضوئية، والألياف البصرية، وصناعة الطبقات الواقية والمقاومة للحرارة في أنظمة التسجيل بالليزر... وغيرها، ومن المركبات السيليكونية التي يمكن استخدامها كمادة أولية في صناعات أخرى ما يلي :ـ

هيدرات السيليكون

يشكل السيليكون مع الهيدروجين هيدرات (سيلانات) ذات صيغة كيميائية عامة ($Si_n H_{2n+2}$)، حيث تتراوح (n) بين واحد إلى ستة، ويقع عنصر السيليكون في هذه السيلانات في مركز رباعي الوجوه مع وجود ذرات الهيدروجين على الرؤوس.

تمتاز السيلانات بأنها عديمة اللون، وتزداد درجة غليانها بازدياد وزنها الجزيئي، وهي مركبات غازية في درجة حرارة الغرفة، جدول (١)، كما أنها شديدة الفعالية فهي تتحلمأ وتتأكسد بسهولة، وتشتعل السيلانات تلقائياً في الهواء.

● تحضير السيلانات

تحضر السيلانات بصفة عامة من تفاعل سيليسيد المغنيسيوم (Mg_2Si) مع ١٠٪ من حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) عند درجة حرارة ٥٠°م، حيث يتم الحصول على مزيج من السيلانات (منSiH_4 إلى Si_4H_{10})، والتي يمكن فصلها بعضها عن بعض بوساطة التجزيء تحت الضغط المنخفض (High Vacuum Fractionation)، ومن جانب آخر يمكن تحضير أحادي سيلان (SiH_4) بشكل نقي من تفاعل سيليسيد المغنيسيوم مع كلوريد الأمونيوم في وجود غاز الأمونيا الجاف تحت ضغطه البخاري عند درجة حرارة الغرفة.

السيلان / الخواص	الوزن الجزيئي	درجة الانصهار(°م)	درجة الغليان(°م)
SiH_4	٣٢,١٢	-١٨٥	-١١٢
Si_2H_6	٦٢,٢٣	-١٣٠	-١٤,٥
Si_3H_8	٩٢,٣٣	-١١٧	-٥٣
Si_4H_{10}	١٢٢,٤٤	-٩١	-١٠٨

جدول (١) هيدرات السيليكون وبعض خواصها الفيزيائية.

● استخدامات السيلانات

تستخدم السيلانات في تشكيل طبقة من السيليكون أو مركباته على سطوح متنوعة منها :

* **سطوح العوازل :** ويتم ذلك بتسخين السيلانات وتفككها عند درجات حرارة تتراوح من ٤٥٠° إلى ٨٠٠°م تحت الضغط الجوي، ثم تقسيتها وإعادة بلورتها باستخدام حزمة من الطاقة، ومن أمثلة ذلك تفكك وتشكل السيليكا على سطوح العوازل باستخدام أحادي السيلان، وذلك كما يلي :

$$SiH_4 \xrightarrow{450-800C^0} Si\downarrow + 2H_2$$

* **على صفائح تصويرية كهربائية** (Electrophographic) : ويتم ذلك بتوضع (Deposition) السيليكون اللابلوري الناقل ضوئياً (Photoconducting) على تلك الصفائح، وذلك بتفكك السيلان بوساطة البلازما.

هاليدات السيليكون

تتميز هاليدات السيليكون (هالوجينو سيلانات) بأن بعضها مركبات غازية والأخرى سوائل عديمة اللون، تدخن في الهواء، وتتحلمأ (Hydrolysis) بسهولة، ولها تأثير مخرش على الأغشية المخاطية، وتشتعل هاليدات السيليكون ذات المحتوى المرتفع من الهيدروجين تلقائياً في الهواء.

تم تحضير ثمانية عشر مركباً من هاليدات السيليكون صيغتها العامة ($Si H_n X_m$) حيث($n+m=4$)، ويمكن استعراض أهم أنواع الهالوجينوسيلانات من حيث الصيغ

الجزيئية ، والخواص الفيزيائية والكيميائية ، وطرق التحضير ، والاستخدامات ، جدول (٢) ، فيما يلي :

● كلوريدات السيلان

تأتي كلوريدات السيلان على عدة أشكال منها مايلي : -

* **ثلاثي كلوروسيلان ($SiHCl_3$)** : ويعد من أهم هاليدات السيليكون ، ويتميز بما يلي :-

١- أبخرته سريعة الاشتعال .

٢- يشكل مزيجاً منفجراً مع الأكسجين .

٣- تشتعل أبخرته عند تماسها بسطوح ساخنة.

٤- يتفكك بالماء ويحرر الهيدروجين .

- طرق التحضير: وتتم باستخدام مصدرين أساسين هما :-

(أ) السيليكون : ويتم إما مباشرة أو على مرحلتين كالتالي : -

١- مباشرة : وذلك بتمرير مزيج من كلوريد الهيدروجين (HCl) ، والهيدروجين عند درجة حرارة تتراوح من ٢٥٠ إلى ٤٠٠ْم فوق مركب الفيروسيليكون (FeSi-90) - محتوى مرتفع من السيليكون (٩٧٪) - أو فوق طبقة من السيليكون ممزوجاً مع كلوريدات الألمنيوم أو النيكل أو النحاس في مفاعل ذو طبقة ثابتة ، ثم تبرد النواتج بسرعة - بعد انتهاء التفاعل - في زمن أقل من ثانية واحدة

الخواص / الهالوجينوسيلان	الوزن الجزيئي	درجة الانصهار(مْ)	درجة الغليان(مْ)
SiH_3F	٦٩,١٢	-	-٩٨,٦
SiH_2F_2	١٠٦,١١	-١١٩,٠	-٧٧,٥
$SiHF_3$	١٤٣,١٠	-١٣١,٠	-٩٧,٥
SiF_4	١٨٠,٠٩	-٩٠,٢(ه)	-٩٨,٦
SiH_3Cl	٦٦,٥٧	-١١٨,٠	-٣٠,٥
SiH_2Cl_2	١٠١,٠١	-١٢٢,٠	-٨,٥
$SiHCl_3$	١٣٥,٤٥	-١٣٤,٠	٣٦,٥
$SiCl_4$	١٦٩,٨٩	-٧٠,٠	٥٧,٦
SiH_3Br	١١١,٠٤	-٩٤,٠	٢,٠
SiH_2Br_2	١٨٩,٩٥	-٧٠,٠	٦٦,٠
$SiHBr_3$	٢٦٨,٨٦	-٧٣,٥	١١٢,٠
$SiBr_4$	٣٤٧,٧٧	٥,٠	١٥٣,٠
SiH_3I	١٥٨,٠٢	-٥٦,٥	٤٦,٠
SiH_2I_2	٢٨٣,٩١	-١,٠	١٤٩,٥
$SiHI_3$	٤٠٩,٨٠	٨,٠	٢٢٠,٠
SiI_4	٥٣٥,٦٩	١٢١,٠	٢٩٠,٠

(ه) عند ضغط ١٧٥٣ ميلي بار .

● جدول (٢) أهم الهالوجينوسيلانات ، وبعض خواصها الفيزيائية .

للحصول على مردود مرتفع من ثلاثي كلوروسيلان ، وفقاً للتفاعل التالي : -

$$Si + 3HCl \longrightarrow SiHCl_3 + H_2$$

٢- على مرحلتين : حيث يتم في المرحلة الأولى تفاعل السيليكون مع رباعي كلورو سيلان عند درجات حرارة تتراوح من ١١٠٠ إلى ١٣٠٠ْم ، ثم يعالج المنتج الناتج - في المرحلة النهائية - بكلوريد الهيدروجين ، وتتراوح نسبة تحول رباعي كلوروسيلان إلى ثلاثي كلوروسيلان من ٥٠٪ إلى ٦٠٪ وفقاً للمعادلة التالية :-

$$3SiCl_4 + 2H_2 + Si \longrightarrow 2HSiCl_3$$

(ب) رباعي كلوروسيلان : ويحضر إما مباشرة أو على مرحلتين كما يلي :-

١- مباشرة : ويتم بتفاعله مع الهيدروجين بنسبة مولية ٢:١ في مفاعلات ذات طبقة فوّارة في غياب السيليكون ، وفي درجات حرارة مختلفة هي ١١٠٠، و١٢٠٠، و١٥٠٠ْم بمردود ٢٧٪ ، ٣١٪، و٣٥٪ على التوالي ، وذلك وفقاً للمعادلة التالية :

$$SiCl_4 + H_2 \longrightarrow SiHCl_3 + HCl$$

٢- على مرحلتين : حيث يتم في المرحلة الأولى تفاعل رباعي كلوروسيلان مع الهيدروجين في مفاعل عند درجة حرارة ١٠٥٠ - ١٢٥٠ْم ، وفي المرحلة الثانية يبرد مزيج التفاعل الناتج عن المرحلة الأولى إلى درجة حرارة ٢٥٠ - ٣٥٠ْم ، ثم يتم تفاعل المزيج عندئذ مع السيليكون - في مفاعل آخر - معطياً مزيجاً آخر يحتوي على ٣٨٪ من ثلاثي كلوروسيلان و ٦١٪ من رباعي كلوروسيلان .

- تنقية ثلاثي كلوروسيلان : وتتم عند استخدامه لإنتاج سيليكون عالي النقاوة من الشوائب - مثل كلوريدات الكالسيوم والألمنيوم والتيتانيوم والنحاس والمغنيسيوم والحديد والبورون والفوسفور - التي تبقى في السيليكون المتشكل وذلك بعدة طرق منها : -

١- اختزال الشوائب إما بالهيدروجين أو بادمصاصها بواسطة أعمدة مملوءة بالسيليكا المنشطة أو كربون منشط أو في مبادلات أيونية أو بالتيتانيوم المسامي (Sponge Titanium) .

٢- معالجة ثلاثي كلوروسيلان بمركبات كيميائية - تشكل معقدات معه - مثل حامض الثيوجليكوليك ، أو بيتا - نفثيل أمين أو أملاح من إيثيلين ثنائي أمين رباعي حامض الخل ،ثم استخلاص المنتج بسيانيد الميثان للحصول عليه بنقاوة عالية .

- استخداماته : وتتمثل في عدة أغراض صناعية منها :

١- إنتاج السيليكون الشمسي (Solar Silicon) ، وطبقات من السيليكون اللابلوري بوساطة تحلل ثلاثي كلوروسيلان في وجود الهيدروجين .

٢- إنتاج السيليكا التي تستخدم كمادة مالئة .

٣- صناعة سيراميك نيتريد السيليكون .

٤- معالجة سطح البورون أو البوريدات .

٥- الطباعة على الشاشات (Screen Printing) .

* **رباعي كلوروسيلان ($SiCl_4$)** : وهو عبارة عن سائل شفاف عديم اللون ، يتميه بسهولة في الماء ، - منتجاً مركباً جيلاتينياً من (SiO_2) - ، وقابل للذوبان في بعض المذيبات العضوية مثل البنزين والإيثر والكلوروفورم والإيثير البترولي ، كما أنه يتفاعل مع الكحولات معطياً إسترات لحامض السيليسيك . ويشكل رباعي كلوروسيلان مركبات كيميائية من كلوريدات أكسي السيليكون ($SiOCl_2$) - سوائل لزجة عديمة اللون - عندما يتحلمأ بشكل جزئي بمزائج من الإيثر والماء .

- طرق التحضير : -وتتم صناعياً بعدة طرق منها :

(أ) كلورة الفيروسيليكون (>٩٠٪ سيليكون) أو السيليكون النقي : حيث يُغذى فرن التفاعل - عند درجة حرارة أعلى من ٥٠٠ْم - بكتل كبيرة من الفيروسيليكون فيتشكل رباعي كلوريد السيليكون ، مع بعض الكلوريدات الطيّارة (مثل كلوريد الحديد ، وكلوريد الألمنيوم) ، وغير الطيّارة (مثل كلوريد الكالسيوم) ، ومكونات أخرى غير مكلورة مثل أكسيد السيليكون .

تتم إزالة الكلوريدات غير الطيارة والمكونات غير المكلورة من وقت لآخر ، بينما تكثف الكلوريدات الطيارة بشكل جزئي بحيث تبقى درجة حرارة وعاء التجميع ثابتة عند درجة حرارة معينة تسمح بتقطير وتكثيف رباعي كلوروسيلان الناتج من عملية الكلورة .

وللحصول على مردود أعلى من رباعي كلوروسيلان يبرد المتبقي من شوائب الكلوريدات عند درجة حرارة ـ ٣٥م ، ومن ثم يتم تنقية الناتج ($SiCl_4$) بعمليات التبخير ثم التكثيف ثم التقطير التجزيئي .

(ب) الكلورة : وتتم بتفاعل كربيد السيليكون (SiC) مع الكلور ـ يضاف أحياناً كمية قليلة من السيليكا لتنشيط التفاعل ـ في فرن عمودي مصنوع من الفولاذ أو من حرير الصب ومبطن بصفائح من الكربون ، ثم يكثف ناتج التفاعل في أنظمة تكثيف خاصة معطياً رباعي كلوروسيلان ، وذلك كما يلي :

$$SiC + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 + C$$

(جـ) من السيليكا والكربون والكلور : ويتم فيه مزج السيليكا النقية بكلوريدات معادن قلوية ترابية ـ مثل كلوريدات البوتاسيوم والكالسيوم ـ ومسحوق الكربون ، ومواد مخفضة لدرجة حرارة التفاعل مثل الرمل ، ثم تتم معالجة المزيج الناتج بالكلور عند درجة حرارة مرتفعة في مفاعل ذو طبقة ثابتة أو طبقة فوّارة ، يلي ذلك فصل نواتج التفاعل الغازية من المواد الصلبة الناتجة عن التفاعل ـ بواسطة جهاز فصل خاص ـ ثم تبرد في مبادلات حرارية حيث يكثف رباعي كلوريد السيليكون ، وتتم تنقيته بالتقطير ، وفقاً للمعادلة التالية :

$$SiO_2 + 2C + 2Cl_2 \xrightarrow{1400^{\circ}C} SiCl_4 + 2CO$$

ـ استخداماته : وتتمثل بصفة أساس في الحصول على سيليكون (Si) عالي النقاوة جداً ، وذلك إما بالتفكك الحراري للسيلان المذكور في وجود الهيدروجين أو بواسطة التحلل باللهب ، كما يستخدم أيضا لتغطية سطوح المعادن بالسيليكون المقاوم للتآكل مثل الفولاذ والحديد والموليبدنوم (Mo) ، والتنجستن (W) ، والتنتالوم (Ta) وذلك بتسخين المعدن المراد تغطيته في جو من رباعي كلوريد السيليكون والهيدروجين أو رباعي كلوريد السيليكون بمفرده عند درجة حرارة تتراوح بين ١٠٠٠ إلى ١٤٠٠م ، وذلك وفقاً للتفاعلين التاليين :

$$SiCl_4 + 2H_2 \longrightarrow Si + 4HCl$$

$$SiCl_4 \xrightarrow{1000-1400^{\circ}C} Si + 2Cl_2$$

*** سداسي كلوروثنائي سيلان (Si_2Cl_6) :** ويصنع بعدة طرق منها مايلي :ـ

(أ) كلورة الفيروسيليكون (بمحتوى سيليكون ٥٠٪) : وتتم العملية عند درجة حرارة ١٦٠م في مفاعل أنبوبي فينتج عن ذلك ٥٥٪ وزناً من سداسي كلوروثنائي سيلان ، و ٤٤٪ وزناً من رباعي كلوروسيلان ، مع نسبة تحول للفيروسيليكون تصل إلى ٧٠٪ ، بالإضافة إلى ذلك تحتوي النواتج على بولي كلورو بولي سيلانات التي يمكن فصلها وتفككها بواسطة الكلور في مفاعل ذو طبقة فوّارة عند درجة حرارة ٢٥٠ ـ ٤٥٠م لتعطي مزيداً من سداسي كلوروثنائي سيلان وذلك وفقاً للتفاعل التالي :

$$2Si_3Cl_8 + Cl_2 \longrightarrow 3Si_2Cl_6$$

(ب) كلورة السيليكون في الطور السائل (Liquid Phase) : ويتم ذلك عند درجة حرارة ، ١٥٠م ، وفي وجود مادة محفزة تحتوي على كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والزنك ، ينتج عن تفاعل الكلورة المذكورة مزيجاً مكوناً من رباعي كلوروسيلان (Si_2Cl_4) ، وسداسي كلورو ثنائي سيلان (Si_2Cl_6) ، ورباعي كلورو ثنائي سيلان ($Si_2H_2Cl_4$) بنسب وزنية ١٢:١٧:١١ على التوالي ، حيث يتم فصلها بعضها عن بعض بطريقة التقطير التجزيئي للحصول على المنتج المطلوب .

ـ الاستخدامات : وتتمثل في عدة عمليات صناعية منها :

١ـ الحصول على دقائق ناعمة من السيليكون النقي .

٢ـ توضع (Deposition) عنصر السيليكون على صفائح الكوارتز ـ المستخدمة في الصناعات الإلكترونية ـ أو تكسية الألياف البصرية . وتتم العمليات الصناعية السابقة بوساطة التحلل الحراري للمركب المذكور .

*** كلوريدات سيليكونية أخرى :** ومنها سداسي كلورو ثنائي سيلوكسان ـ ($(Cl_3Si)_2O$)ـ ويحضر بتفاعل رباعي كلورو سيلان مع ثلاثي أكسيد الكبريت عند درجة حرارة ٥٠٠م . وفقاً للتفاعل التالي :

$$SiCl_4 + SO_3 \longrightarrow (Cl_3Si)_2O + SO_2 + Cl_2$$

ويستخدم سداسي كلوروثنائي سيلوكسان للحصول على كلوروسيلانات أخرى كما في التفاعل التالي :

$$4SiCl_4 + O_2 \xrightarrow{1000-1400^{\circ}C} 2(Cl_3Si)_2O$$

$$\longrightarrow \begin{cases} \xrightarrow[650^{\circ}C]{HCl + Si} 2SiHCl_3 + 2SiCl_4 + SiO_2 \\ \xrightarrow[800^{\circ}C]{} SiO_2 + 3SiCl_4 \end{cases}$$

● بروميدات السيلان

تشكل البروميدات مع السيليكون عدة بروموسيلانات منها : ـ

*** رباعي بروموسيلان ($SiBr_4$) :** وهو عبارة عن سائل عديم اللون ينصهر عند درجة حرارة ٥م ، ويغلي عند درجة حرارة ١٥٣م ، ويتم الحصول عليه من تفاعل السيليكون مع البروم في الطور البخاري عند درجات حرارة أعلى من ٦٠٠م وذلك كما يلي : ـ

$$Si + 2Br_2 \xrightarrow{600^{\circ}C} SiBr_4$$

يستخدم رباعي بروموسيلان كمادة خام في صناعة السيليكون ومركباته منها مايلي :

ـ صناعة الألياف السيليكونية ، وسيليكون الناقل الضوئي .

ـ صناعة طبقات من السيليكون النقي بتوضعه بواسطة التحلل الكهربائي للمركب في محلول من رباعي بروميد السيليكون ، في وجود مذيبات عضوية بروتونية (Protic) .

ـ إنتاج ثلاثي بروموسيلان ($SiHBr_3$) بتفاعل السيليكون مع رباعي بروموسيلان عند درجة حرارة ٦٠٠ـ٨٠٠م في جو من الهيدروجين .

ـ إنتاج نيتريد السيليكون (Si_3N_4) الذي يستخدم كطلاء أو لسد مسامات الأجسام الصلبة وذلك بتعرضها لبخار رباعي بروموسيلان ($SiBr_4$) ، ثم تفاعلها مع الأمونيا .

ـ إنتاج شعيرات من أكسيد القصدير (SnO_2) .

ـ النقش (Etching) على الألنيوم وخلائطه المعدنية .

● يودات السيليكون

تأتي يودات السيليكون على أشكال منها : ـ

*** يوديد السيليكون (SiI_4) :** وهو عبارة عن مادة بلورية حساسة جداً للإماهة ، وتنصهر عند درجة حرارة ١٢١م ، وتتفكك إلى عناصرها إما بالتسخين أو عند تعرضها للضوء ، كما أنها تتفاعل مع الأكسجين عند درجات حرارة مرتفعة محررة اليود .

تتم صناعة يوديد السيليكون بمرور غاز خامل مثل (غاز النيتروجين) مشبع ببخار اليود وذلك إما على سيليكون يحتوي على ٤٪ من النحاس عند درجة

حرارة ٦٠٠-٧٠٠ْم، وإما فوق حبيبات من السـيليكون عند درجة حـرارة ١١٥٠ - ١٢٠٠ْم ، وفقاً للتفاعل التالي:

$$Si + 2I_2 \longrightarrow SiI_4$$

تسـتـخـدم يودات السـيليكون بصـفـة أساس في الحصول على سيليكون بنقاوة عـاليـة جـداً - يدخل في صناعـة الخـلايا الشمسية ، وكمادة خام في السبائك المعدنية الخزفية والألياف البصرية - وذلك بتفككها حرارياً في وجود الهيدروجين ، أو بتحللها كهربائياً في مذيبات لابروتونية (Aprotic) .

● سلفيدات السيليكون

تأتي سلفيدات السيليكون المستخدمة في الصناعات اللاعضوية على أشكال عدة أهمها:-

* **سلفيد السيليكون (SiS_2)** : وهو عبارة عن شعيرات بيضاء اللون - تشبه شعيرات الأسبستوس - تتحلـأ بسهولة ، وتنصهر عند درجة حرارة ١٠٩٠ْم ، وتتسامى عند درجة حرارة ١١٣٠ْم .

- طرق التحضير : وتتم بعدة تفاعلات منها ما يلي :

١- تفاعل السيليكون والكبريت عند درجة حرارة ١١٠٠ - ١٣٠٠ْم .

٢- تفاعل السيليسيدات وذلك إما مع الكبريت عند درجة حرارة أعلى من ٧٠٠ْم ، أو مع كبريتيد الهيدروجين عند درجة حـرارة ١١٠٠-١٢٠٠ْم ، ويستعاد (SiS_2) المتشكل من مزيج التفاعل بعملية التسامي (Sublimation) .

٣- التفكك الحراري لإسترات حامض ثيو السيليسيك (مثل الإستر الإيثيلي) عند درجة حـرارة ٣٠٠ْم ، كـمـا في التفاعل التالي :

$$Si(SC_2H_5)_4 \xrightarrow{300^\circ C} SiS_2 + 2C_2H_5SC_2H_5$$

- الاستخدامات : وتتمثل بصفة أساس فيما يلي :

١- تحضير نتريد السيليكون وذلك بتفاعله (SiS_2) مع الأمونيا عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٨٠٠ إلى ١٤٠٠ْم .

٢- نزع بعض المركبات السيليكونية في عمليات التنقية ، فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على أكسيد زركونيوم نقي بواسطة تحول شوائب السيليكا الموجودة مع الأكسيد وذلك بتفاعلها مع الكربون عند درجة حرارة ٣٠٠ْم ، كما في التفاعل التالي :

$$(SiO_2, ZrO_2)+C+S \longrightarrow SiS_2 + CO_2+ZrO_2$$



قضايا علمية

الهندسة الوراثية وتوقعات المستقبل

الهندسة الوراثية هي تقنية يتم فيها إعادة تنظيم وتوليف الجهاز الوراثي للخلية الحية - المورث (Gene) - والمتمثل في الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA) ، وذلك لاكساب تلك الخلية ميزات أو صفات جديدة .

تعد عملية التنسيل(Cloning) أحد مفاهيم الهندسة الوراثية الهامة ، وفيها يتم الحصول على نسائل أو نسخ وراثية متطابقة ، وذلك من خلايا نشأت من عدة انقسامات متتالية لخلية واحدة حية بطريقة لا جنسية .

وهذا المفهوم لا يعني كلمة الاستنساخ - التعبير الشائع لعملية التنسيل - حيث أن الاستنساخ (*) عبارة عن جزئية قليلة من عمليات الهندسة الوراثية .

أمكن الاستفادة من عملية التنسيل في العديد من التطبيقات الزراعية والصناعية ، حيث أمكن مثلاً إدخال صفات وراثية مرغوبة وإزالة صفات غير مرغوبة في الكثير من النباتات ، كما أمكن بواسطتها تصنيع بعض الأدوية والطعوم باستخدام بعض الميكروبات .

وقد امتدت يد العلماء للعبث بالحيوان بإجراء عملية التنسيل عليه ، فبعد ٢٧٧ محاولة فاشلة تمكن عالم الهندسة الوراثية الدكتور **إيان ويلموت** (Ian Wilmut) وفريقه من معهد روسلن (Roslin) بادنبره وبالتعاون مع شركة (PPL Therapeutics) تنسيل نعجة أطلق عليها دوللي (Dolly) باستخدام خلايا جسدية من نعجة أخرى ، وتتلخص هذه العملية ، شكل (١) في الخطوات التالية :

١ - أخذ خلية جسدية من ضرع نعجة (أ) ووضعها في محلول مغذي خفيف جداً يسمح لها بالبقاء - بكامل مورثاتها - ولكن لايعزز قدرتها على التكاثر أو الانقسام (تجويع الخلية).

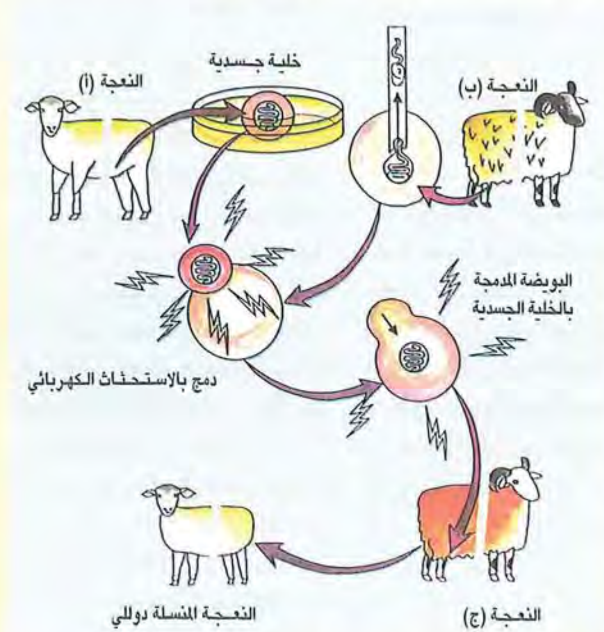
٢ - أخذ بويضة كاملة غير ملقحة يوجد بها نصف عدد الصبغات (Chromosomes) من رحم نعجة (ب) .

٣ - إزالة العوامل الوراثية من نواة البويضة المعزولة للنعجة (ب) لاستبعاد مخزونها الوراثي بأكمله .

٤ - استخدام اسلوب جديد يعتمد على الشحنة الكهربائية يتم فيه الاندماج بين خلية جسدية غير جنسية وبويضة ، وذلك باستحثاث بويضة النعجة (ب) بالاندماج مع الخلية الجسدية للنعجة (أ) - والتي تحتوي على كامل مورثاتها - لإنتاج البويضة المدمجة بالخلية الجسدية .

٥ - انقسام الخلية المدمجة بالخلية الجسدية بوساطة الشحنة الكهربائية لتكوين جنين أولي (مشيج) ونقله ووضعه في رحم نعجة (ج) بعد ستة أيام .

٦ - ولادة النعجة (ج) للنعجة دوللي التي تطابق النعجة (أ) نظراً لأن المخزون الوراثي الوحيد للنعجة دوللي كان من النعجة (أ) دون



شكل (١)

(*) الاستنساخ (Transcription) عبارة عن تكوين جزئي أو أجزاء من أحماض ريبوسومية مثل (mRNA) و (tRNA) و (rRNA) بوساطة قالب من الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA Template) أثناء عملية البناء الحيوي .

أن تختلط بعوامل وراثية أخرى .

الاخصاب في الحيوانات الثديية

إن كل خلية كاملة النمو في الحيوان الثديي، عبارة عن كائن حي يحتوي على قائمتين كاملتين من الصبغيات (الكروموسومات) واحدة مصدرها الذكر والأخرى من الأنثى، وباستثناء الخلايا الجنسية في الذكر والأنثى - خلايا النطاف عند الذكر والبويضات عند الأنثى، حيث يحتوي كل منهما على قائمة واحدة فقط من الصبغيات - فإن كل صبغي في الجنين المتكون من تلقيح الحيوان المنوي للبويضة عبارة عن صبغي مزدوج من الأبوين نتيجة تضاعف صبغي الذكر بقرينه من الأنثى، وبهذا تتضاعف أيضاً عملية تبادل العوامل الوراثية واندماج تلك الأنماط الوراثية المحتملة في الذرية بشكل كبير، مما ينجم عنه هذا التنوع الكبير الذي نلحظه حتى بين الإخوة من غير التوائم الحقيقية، وينسحب هذا الوصف على كل أشكال الحياة في الأرض .

● التطبيقات الممكنة للهندسة الوراثية

ينفذ حالياً ومنذ شهر مايو ١٩٨٥م برنامجاً دولياً - تنفذه منظمة دولية أطلق عليها « منظمة الكتلة الوراثية البشرية (HUGO) » - تشترك فيه كل من الولايات المتحدة واليابان وفرنسا وألمانيا وبريطانيا وكندا وإيطاليا - والتي هي مختصر كلمتي (Human Genome) أو المخزون الوراثي البشري . يهدف البرنامج إلى معرفة سَلْسَلة وتتابع المكونات الأساسية للعوامل الوراثية في الإنسان، أي بمعنى آخر سيوفر هذا البرنامج المعرفة الكاملة بخريطة العوامل الوراثية في الإنسان (خريطة المورثات أو الجينات) . كان من المتوقع إنجاز هذا المشروع خلال خمسة عشر عاماً إلا أنه تبين أن ربع قرن على الأقل هو الحد الأدنى لإنهائه إذ لم ينجز منه حتى الآن - وفق أحدث التقارير - أكثر من ٢٠٪، كما أنه سيكلف أكثر من ٥ بليون دولار أمريكي (تشير تقديرات أخرى إلى أكثر من ضعف هذا المبلغ) .

ويعد المشروع أكبر مشروع بيولوجي طموح في التاريخ حيث يعمل فيه آلاف العلماء لانجازه ولم يعد يطلبون سوى الوقت والمال، ويتوقع أن تغطي مدونته بعد إنهائه أكثر من مليون صفحة مطبوعة جميعها في حاسب آلي فائق القدرة .

يتمثل الدافع المباشر المعلن للبرنامج في المساعدة على حل ومعرفة تشفير العوامل الوراثية في الإنسان، ومن ثم معرفة المورثات التي يوجد بها خلل أو نقص والتي يتسبب عنها الأمراض الوراثية، ولقد تم تحديد العديد من مثل هذه الأمراض، مثل تحديد المورثات المسؤولة عن فقد البصر، وبعض أنواع السرطانات (الثدي، الدم، القولون) وأمراض أخرى، وتشير أحدث التقارير التي تم الإعلان عنها - وغير الموثقة - أنه قد تم تحديد مورثات مسؤولة عن أمراض سلوكية مثل الشذوذات الخُلقية، أو المسالك الإجرامية غير أن هذه التقارير لم يتم توثيقها بعد .وتتمثل التطبيقات التي تم تحقيقها حالياً في الهندسة الوراثية في إدخال المورثات المسؤولة عن النمو وما أدى إليه من إنتاج أجنة فئران بحجم الجرذان، وكذلك هرمونات إدرار اللبن في الأبقار (BST) وما نجم عنه من زيادة إدرارها بمعدل ٢٥٪ دون تغيير للعليقة الغذائية، وأنواع التقنيات المختلفة للمورثات والتلاعب فيها (تطعيم وترقيع ودرز)، إضافة إلى الإختراق الأخير الذي نجم عنه النعجة (دوللي) وضع اللمسات الأخيرة على خارطة المورثات البشرية، وقد إنعكست تلك التطبيقات على تطور مذهل في سوق الإستثمارات المالية وعلى جداول أسواق البورصات العالمية، ففي عام ١٩٩١م كان عدد الشركات العاملة في مجالات التقانات الحيوية (٣٦) شركة بلغ ريع صناعتها أربعة بلايين من الدولارات، إرتفع في العام الحالي إلى أكثر من أربعين بليون، كما تشير الأرقام المؤكدة لقياس النمو الإقتصادي إلى أنها ستصل في غضون ثلاثة سنوات - بحلول عام ٢٠٠٠م - إلى ستين بليون دولار .

● الإستنتاجات

١ - يستنتج من كل ما سبق ذكره أن قدرة الله عز وجل في الكائنات الحية وخلقها وتكوينها هي من صفات الخالق الباري وحده، والإختراق العلمي الذي تحدثنا عنه في إنسال النعجة دوللي، تم إنجازه على كائنات خلقها الله بفضل العقل البشري الذي خلقه الله وأودعه إلى الإنسان وعلمه ما شاء له أن يعلمه بعد أن حث الله على العلم والمعرفة والتدبر والتفكير في خلق الله وليس لمحاولة تغيير خلقه لان هذا ضلال ﴿ ولأضلنهم ولأمنينهم ولآمرنهم فليبتكن آذان الانعام ولآمرنهم فليغيرن خلق الله .. ﴾ [سورة النساء : الآية ١١٩] .

٢ - إن علم الهندسة الوراثية هو ما علَّم الله الإنسان وبفضل منه وبما أتاح له أن يعرفه بعد علم وبحث ودراسة، وستؤتي ثمار هذا العلم إن شاء الله في ثلاثة مجالات أساسية لصالح الإنسان والبشرية وهي :

*** المجالات الطبية وتتمثل في:**

- إستجلاء كنه المورثات المسببة للأمراض : حيث تم حتى الآن تحديد بعض المورثات المسببة لبعض الأمراض السرطانية مثل سرطان الدم، وسرطان القولون .
- إكتشاف الأمراض الوراثية الخطيرة في الأجنة البشرية عن طريق فحص المورثات مما سيسهل تقديم العلاجات الكافية في مراحل مبكرة للمريض قبل إنتشاره .
- إنتاج الأدوية والطعوم عن طريق الميكروبات بإستخدام طرق الهندسة الوراثية، وقد تم إنتاج الجيل الأول من هذه الأدوية وعددها ٥٠ دواء - منها ٢٠ دواء يتم حالياً تداولها في الأسواق .
- إنتاج الأنزيمات، الفيتامينات، اللقاحات، الأمصال، مضادات الأجسام أحادية النسل، إنتاج الأحماض الأمينية والقلويدات، وكواشف التشخيص .
- إنتاج الإنترفيرون .

*** المجالات الزراعية والبيطرية ومنها :**

- إنتاج سلالات وأنواع من محاصيل غذائية (خضار، فواكه .. حبوب) مقاومة للتلف وللظروف البيئية مثل الصقيع، أو الإصابة بالحشرات (الذرة، فول الصويا)، ويمكن تخزينها لوقت أطول مثل الطماطم، والبطاطا .
- زيادة إنتاج المحاصيل المعروفة وتخفيف تكاليف الإنتاج .
- إنتاج محاصيل ذات قيمة غذائية أكبر مثل محاصيل أغنى بالبروتين، محاصيل تعطي زيوتاً أكثر وأفضل نوعية وأكثر تشبعاً .
- إنتاج نباتات علفية ذات قيمة غذائية أعلى ومزايا هضمية أفضل .
- تخفيف إحتياجات النباتات للأسمدة عن طريق تثبيت النيتروجين الجوي في التربة بواسطة بكتيريا العقد الجذرية المثبتة للنيتروجين .
- إنتاج وتطوير سلالات أكثر قدرة أو قليلة الإحتياجات المائية، أو تتحمل المياه المالحة أو الجفاف أو الرطوبة .
- إستيلاد مواشي أكثر مقاومة للأمراض .
- زيادة إدرار الحليب وإنتاجه في الأبقار بإستخدام الهرمونات .
- إنتاج اللقاحات التي تمنع حدوث الأمراض الشائعة التي تعاني منها المواشي .
- معالجة الأمراض الشائعة في الأبقار مثل إلتهاب الضرع والإصابة بالطفيليات .

*** المجال الصناعي ويتمثل في:**

- إستخلاص المعادن وتصنيعها وتنقيتها وترشيحها .
- تحسين صفات الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في عمليات إنتاج مواد الطاقة (الإيثانول، الميثان) .
- إنتاج البروتينات وحيدة الخلية من المشتقات البترولية .
- إنتاج مواد كيميائية وصناعية مثل المواد الحافظة، مواد تحسين الطعم والنكهة والذوق، أحماض عضوية ذات قيمة صناعية عالية .

صناعة الأسمنت

د. عمر بن عبد العزيز المسند

عرف الإنسان الأسمنت الطبيعي منذ زمن بعيد ، عندما لاحظ أن أنواعاً من التربة العادية تتماسك عند إضافة الماء إليها، بالتالي فقد استخدم أنواعاً بسيطة منها كمواد لاصقة وإن كانت ليست مثل الأسمنت المعروف اليوم ، فعلى سبيل المثال استخدم اليونانيون أنواعاً من بقايا رماد البراكين في خلط مادة شبه أسمنتية . كذلك فإن أهرامات مصر لابد وأنها تحتوي على مادة ربط لتلك الكتل الكبيرة من الحجر . أما أسمنت اليوم فتعود بدايته إلى عام ١٨٢٤م تقريباً عندما قام الإنجليزي جوزيف أسبدين بحرق الحجر الجيري وأجزاء من الطين (Clay) كأول أسمنت صناعي سماه الأسمنت البورتلاندي لأن الخرسانة الناتجة منه تشابه حجر بناء يجلب من منطقة أسمها ممر بورتلاند في انجلترا ، وهذا عكس ما يتصوره الكثير من الناس اليوم من أن الأسمنت البورتلاندي يسمى كذلك نسبة إلى مدينة بورتلاند بولاية أوريقن الواقعة على الساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية .

بالرغم من معرفة الأسمنت البورتلاندي في ذلك الوقت إلا أن الإنتاج التجاري له لم يتبلور إلا مع مطلع هذا القرن (١٩٠٠م) وذلك بسبب ارتفاع تكاليف تصنيعه - حينئذ - وقلة الطلب عليه .

وقد تطورت صناعة الأسمنت وتزايد حجم الإنتاج تزايداً مضطرداً في القرن الحالي باستثناء فترتي الحربين العالميتين الأولى والثانية ، ففي عام ١٩٠٠م قدر حجم الإنتاج العالمي من الأسمنت بخمسة وعشرين مليون طن في العام بينما بلغ في عام ١٩٩٠م أكثر من ألف مليون طن في العام .

تعريف الأسمنت

تطلق كلمة أسمنت في هذا المقال على المادة التي لها خاصية تماسك مع بعضها ببعض أو بمواد أخرى مثل الرمل والحصى والقضبان الحديدية عند إضافة الماء لها لتنتج مادة صلبة تشبه حجر بورتلاند المعروف بانجلترا . وعلمياً يطلق على هذا النوع من الأسمنت بأنه خليط من المواد الجيرية وأكسيد الإلومينوم (Al_2O_3) والسيليكا (SiO_2) والحديد ومواد أخرى بنسب معينة ، تطحن جيداً ثم تحرق ، ثم يضاف إليها مواد أخرى - حسب نوع المنتج - لتصبح جاهزة للاستخدام في المنشآت والمباني المختلفة.

وبما أن مادة الطين (Clay) عبارة عن ألومينو سيليكات فإن مصدر أكسيد الألمنيوم والسيليكا لتصنيع الأسمنت يأتي بصفة أساس من الطفلة الصخرية (الطين) والتي تختلف فيها نسب أكسيد الألمنيوم والسيليكات حسب نوع الطين المستخدم .

تفاعلات مواد التصنيع

يصنع الأسمنت بخلط المواد الجيرية والطينية والحديدية بنسب معينة لتعطي المواد المطلوبة من الكالسيوم والسيليكا وأكسيد الألمنيوم وأكسيد الحديد . ويتم بعدها طحن تلك المواد جيداً لتسهيل عملية الحرق التي تتم عند درجة حرارة ١٥٠٠ْم . يطلق على المادة بعد الحرق اسم الكلنكر (Clinker) ، وهي مادة مكونة من المواد التالية : -

١- سيليكات ثلاثي الكالسيوم (Tricalcium Silicate- C_3S) .

٢- سيليكات ثنائي الكالسيوم (Dicalcium Silicate- C_2S) .

٣- ألومينات ثلاثي الكالسيوم (Tricalcium Aluminate- C_3A) .

٤- ألومينات حديد رباعي الكالسيوم (Tetracalcium Alumino Ferrite C_3AF) .

وتوضح المعادلة الموضحة في شكل (١) عملية التفاعل الحراري للمواد الخام لإنتاج الكلنكر .

تشكل المواد الكلسية للكلنكر - والمذكورة سابقاً - حوالي ٩٠٪ من كتلة الأسمنت حيث يضاف إليها مادة الجبس بنسب تتراوح بين ٣-٥٪ لضبط عملية تصلب (تماسك) الأسمنت ، وهي تختلف من حيث الكمية المضافة باختلاف النوع المنتج .

وينجم عن إضافة الماء للمنتج النهائي تفاعل إماهة (Hydration) طارد للحرارة (Exothermic) وذلك وفقاً لمعادلات التفاعل في شكل (٢) .

تشكل سيليكات الكالسيوم حوالي ٧٥٪ من كتلة الأسمنت البورتلاندي، وهي تتفاعل مع الماء كما هو موضح في تفاعلات الإماهة لتنتج هلام التوبرموورايت (Tobermorile Gel) وهيدروكسيد الكالسيوم ، حيث يشكل هذا الهلام حوالي ٥٠٪ من كتلة الأسمنت البورتلاندي المميه (Hydrated Portland Cement) بينما يشكل هيدروكسيد الكالسيوم ٢٥٪ .

$$[Al_2O_3+SiO_2] + [CaO+CO_2] + H_2O+Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{تسخين}}$$

(من الطين) (جير) (١٤٠٠ – ١٦٠٠ م)

(المواد الخام)

$$\longrightarrow 3CaO.SiO_2 + 2CaO.SiO_2 + 3CaO.Al_2O_3 + 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$$

(C_3S) (C_2S) (C_3A) (C_4AF)

الكلنكر

● شكل (١) تفاعلات مواد الاسمنت الخام لإنتاج الكلنكر.

أطلق اسم توبرمورايت على المادة المذكورة بسبب أن مكوناتها وشكلها البلوري يماثل المادة الموجودة طبيعياً في منطقة توبرموري (Tobermory) في اسكتلندا ، وهي تعد المسؤولة بصفة أساس عن عملية التماسك والتصلد المعروفة للأسمنت، ويبلغ قطر حبيبات الكلنكر حوالي ١٠ ميكرون بينما يبلغ قطر حبيبات هلام التوبر مورايت الناتجة عن تفاعل الإماهة حوالي ٠,١ ميكرون . وعليه فإن لحبيبات التوبرمورايت مساحة سطحية عالية (حوالي ٣ مليون سم٢/جم) تؤهلها للادمصاص والارتباط (التماسك) القوي بعضها ببعض ومع حبيبات الحصى والرمل والحديد وغيرها لتشكل عملية التماسك والتصلد المعروفة في الأعمال الخرسانية .

وتحدد صفات الأسمنت حسب النسب المئوية لمكوناته الرئيسة ـ سيليكات ثلاثي الكالسيوم ، وسيليكات ثنائي الكالسيوم ، وألمنيوم ثلاثي الكالسيوم ، وألومينو حديد رباعي الكالسيوم ـ والتي يجب أخذها في الاعتبار عند تصنيع أنواعه المختلفة حيث إن لكل مكون دور معيناً في عملية التماسك والتصلد الخاصة بالأسمنت .

● **سيليكات ثلاثي الكالسيوم (C_3S) :** هي المادة المسؤولة بشكل أساس عن مقاومة (متانة) الأسمنت عند الإماهة (Hydration) حيث إنها سريعة التصلد (Set) عند الإماهة، إذ إنه خلال ساعات قليلة بعد الإماهة تعمل الحرارة ـ الناتجة عن تفاعل الإماهة ـ على تسريع تصلد حبيبات التوبرمورايت ، فكلما زادت كمية الحرارة الناتجة زادت سرعة التصلد ليصل الأسمنت إلى أقصى متانته خلال أسبوع .

● **سيليكات ثنائي الكالسيوم (C_2S) :** وتوجد في ثلاثة أشكال هي α و β وγ أثناء عملية التكوين ، ويعد الشكل (β) هو الأهم في صناعة الأسمنت البورتلاندي لأنه المسؤول عن متانة الأسمنت المتأخرة التي تكتمل بعد ٢٨ يوماً . ويرجع ذلك إلى أن تفاعل الإماهة ـ لهذا الشكل (C_2S) ـ يسير ببطء وتنجم عنه حرارة منخفضة مقارنة بتفاعل سيليكات ثلاثي الكالسيوم (C_3S) . وعليه فإن (C_2S) تسهم بقدر ضئيل في تحديد مقاومة الأسمنت .

● **ألومينات ثلاثي الكالسيوم (C_3A) :** وهي مادة سريعة التصلد عند الإماهة وينجم عنها انبعاث حرارة عالية تساعد على تسريع التصلد سواء لـ (C_3A) أو (C_3S) أو (C_2S) ولكن يمكن تخفيض حرارة الإماهة المذكورة بإضافة مادة الجبس(Gypsum) الذي يمكن في هذه الحالة أن يعمل على ضبط الوقت اللازم للتصلد (Set).

وعلى الرغم من أن الـ (C_3A) قليل المقاومة إلا أن وجوده مع مكونات الأسمنت الأخرى يساعد على عملية التصلد بسبب الحرارة الناتجة عن إماهته ، كما أنه يكسب الأسمنت مقاومة ضد الكبريتات (Sulphates) التي قد تتواجد على شكل أملاح في بعض الأماكن .

● **ألومينات حديد رباعي الكالسيوم (C_4AF) :** وهي مادة مثل (C_3A) سريعة الإماهة وليست لها مقاومة عالية للكبريتات ولكنها على النقيض منها ليست سريعة التصلد .

يوضح الشكل (٣) الاختلاف في سرعة الإماهة لمكونات الأسمنت الأربعة المذكورة، وبما أن سرعة الإماهة لها علاقة طردية مع حرارة التفاعل فمن الواضح أن الحرارة الناتجة عن إماهة (C_3A) هي الأعلى ، تليها (C_3S) ، ثم (C_4AF) ، وأخيراً (C_2S) . إضافة لمكونات الأسمنت فإن حجم حبيباتها ، وكمية الماء المضافة ، ودرجة الحرارة عند التفاعل لها علاقة بسرعة التفاعل ، لأنه كلما قل حجم الحبيبات ، وزادت كمية الماء المضافة وارتفعت درجة حرارة المواد المتفاعلة ازدادت سرعة تفاعل الإماهة .

أنواع الأسمنت البورتلاندي

تختلف أنواع الأسمنت البورتلاندي باختلاف الهدف من استخدامه ، وبالتالي

$$C_3S + H_2O \longrightarrow \text{Tobermorite Gel} + Ca(OH)_2$$

هلام توبرمورايت

$$C_2S + H_2O \longrightarrow \text{Tobermorite Gel} + Ca(OH)_2$$

هلام توبرمورايت

$$C_4AF + H_2O + Ca(OH)_2 \longrightarrow \text{Calcium Alumino Ferrite Hydrate}$$

ألومينو حديد الكالسيوم المائي

$$C_3A + H_2O + Ca(OH)_2 \longrightarrow \text{Tetra Calcium Aluminate Hydrate}$$

ألومينات رباعي الكالسيوم المائي

$$C_3A + H_2O + CaSO_4.2H_2O \longrightarrow \text{Calcium Mono Sulphoaluminate}$$

جبس — أحادي كبريتات ألومينو الكالسيوم

● شكل (٢) تفاعلات إماهة الكلنكر.

فإن نسب المواد الخام والمواد المضافة التي تدخل في تركيبه ودرجة حرارة التفاعل تختلف تبعاً لذلك . ومن أهم أنواع الأسمنت ومكوناتها ، جدول (١) ، ما يلي : ـ

● الأسمنت العادي

يعد هذا النوع أكثر الأنواع استخداماً حيث يستخدم في جميع أعمال الخرسانة المسلحة والإنشاءات العادية .

● الأسمنت المعدل

يجمع هذا النوع من الأسمنت بين مقاومته المتوسطة للتشقق وللكبريتات . ويختلف عن النوع العادي بانخفاض نسبة (C_3S) و (C_3AF) ، وبالتالي فإن الحرارة الناتجة عن الإماهة في هذا النوع تقل عن النوع الأول ، كذلك فإن هذا النوع يختلف عن النوع العادي بأنه يكتسب مقاومته ببطء ، ولكنه في النهاية له قوة المقاومة نفسها .

● الأسمنت سريع التصلد

يستخدم هذا النوع من الأسمنت عند الحاجة إلى التصلد السريع ، ويمتاز هذا النوع من الأسمنت بدقة حبيباته مقارنة بالأسمنت العادي ، وبالتالي فإن مساحة السطح المعرضة للإماهة تكون أكبر ، مما يكسبها سرعة في التماسك (تصلد) . يستخدم هذا النوع في الحالات التي تتطلب مقاومة للإجهادات في الفترات الأولى لتماسك الأسمنت ، مثل المنشآت خلال الحروب من جسور ووحدات سكنية وغيرها .

● الأسمنت منخفض الحرارة

ينتج هذا النوع في الحالات التي تتطلب كميات كبيرة من الخرسانة المسلحة (Mass-Concrete Applications) لأنه ينتج حرارة كافية لعملية التصلد . يتم التحكم في درجة الحرارة في هذا النوع بتعديل كمية المواد المسببة لارتفاع درجة حرارة التفاعل وهي (C_3S) و (C_3A) كما هو موضح في جدول (١) ، ولذلك فإن هذا النوع ـ بسبب انخفاض درجة حرارته ـ يتصلد ببطء ـ ولكن في نهاية المطاف فإن قوة مقاومته لاتقل عن قوة مقاومة الأسمنت العادي .

● الأسمنت المقاوم للكبريتات

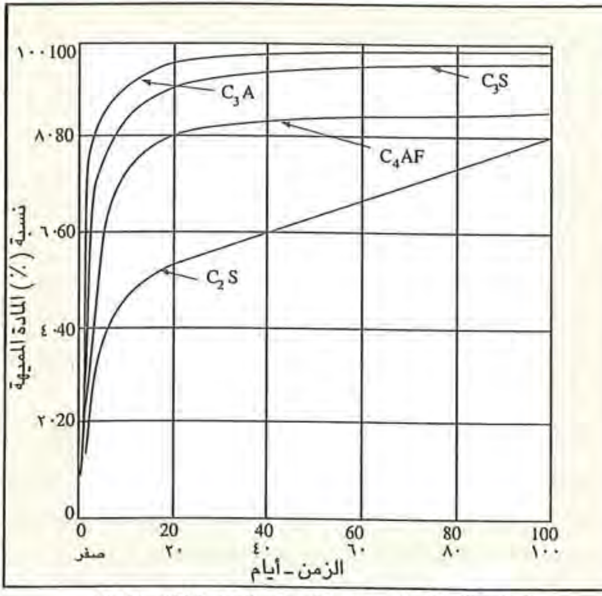
يستخدم هذا النوع في المناطق المعرضة للتآكل بالكبريتات والأملاح الأخرى مثل الأماكن المعرضة لمياه البحار ، ويكتسب هذا النوع مقاومته للكبريتات بسبب زيادة نسبة الحديد وانخفاض (C_3A) لأقل نسبة ، لأنها هي التي تتأثر بوجود الكبريتات ، جدول (١) .

● أنواع أخرى

وبالإضافة للأنواع المذكورة هناك أنواع خاصة تتطلب صناعة أسمنت وفق مواصفات معينة لأغراض معينة ، ومن أهم هذه الأنواع ما يلي : ـ

* **الأسمنت الأبيض :** ويختلف عن النوع العادي بوجود طين الكاولين كمصدر للألومينوسيليكات ووجود الجير الطباشيري الأبيض بدلاً من الجير العادي . ويمتاز هذا النوع بأنه أبيض اللون مما يجعله مناسباً في أعمال الرخام والبلاط وتغطية السطوح الخارجية لبعض المباني .

* **أسمنت تبطين آبار البترول :** ويستخدم في تبطين المنطقة بين الحديد الحاجب (CASING) وطبقات الصخور المحيطة بالبئر ، وذلك لمنع تسرب الغازات والمياه الجوفية إلى آبار البترول . ويمتاز هذا النوع بتجانسه ومقاومته للأملاح .



● شكل (٣) تفاعلات مواد الأسمنت الخام لإنتاج الكلنكر.

إختبارات جودة الأسمنت

يتم إجراء بعض الاختبارات لتحديد جودة الأسمنت ، ومن أهم هذه الاختبارات ما يلي : ـ

● النعومة

تحدد نعومة الأسمنت مساحة سطح الحبيبات المعرضة لتفاعل الإماهة . فكلما زادت مساحة السطح زادت شدة التفاعل . ووفقاً للمواصفات الأمريكية يجب أن لاتزيد العينة المختبرة التي لاتمر من خلال المنخل رقم ٢٠٠ (قطر ٠,٠٧٥ ملم) عن ٢٢٪ .

● المصدر : الدراسة القطاعية لصناعة الأسمنت بالمملكة ـ الدار السعودية للخدمات الاستشارية ـ ١٩٩٦م .

أنواع الأسمنت البورتلاندي / المركبات	سليكات ثلاثي الكالسيوم(C_3S)	سليكات ثنائي الكالسيوم(C_2S)	ألومينات ثلاثي الكالسيوم(C_3A)	ألومينو حديدو رباعي الكالسيوم(C_4AF)
عادي	٤٧ – ٥٥	٤٧ – ٥٥	٩ – ١١	٦ – ٩
معدل	٤١ – ٤٤	٤١ – ٤٤	٥ – ٧	٦ – ١٥
سريع التصلد	٥١ – ٦٣	٥١ – ٦٣	١٠	٥ – ٨
منخفض الحرارة	٢٥ – ٣١	٢٥ – ٣١	٤ – ٥	٩ – ١٥
مقاوم للكبريتات	٣٥ – ٤٩	٣٥ – ٤٩	١ – ٣	٤ – ١٤

● جدول (١) النسب المئوية لمكونات الكلنكر في الأنواع المختلفة للأسمنت البورتلاندي

● **الوزن النوعي**

يتم اختبار الوزن النوعي للأسمنت مباشرة بعد الطحن لضمان جودته واحتوائه على المركبات اللازمة وبالنسب المحددة .

● **ثبات الحجم**

يضمن ثبات الحجم تحمل الأسمنت للإجهادات المختلفة ومدى تصلده مع مرور الزمن ، كما أنه يضمن عدم احتوائه على مواد دخيلة . ويتم ذلك بتحديد نسبة ثالث أكسيد الكبريت بحيث لاتزيد عن ٣٪ .

● **فقدان الوزن بالاحتراق**

يجب أن لايفقد الأسمنت أكثر من ٢٪ من وزنه عند الاحتراق ، لأن الزيادة عن تلك النسبة تدل على عدم خلوه من الماء عند التصنيع أو بسبب تعرض الأسمنت بعد تصنيعه إلى الماء والرطوبة .

● **القوام**

يحدد القوام بقياس الزمن اللازم للتماسك الأولي والنهائي ، ويعتمد اختبار القوام على اختراق إبرة لعجينة قياسية من الأسمنت بعد فترتين محددتين . فإن تطابقت القياسات مع القياسات المطلوبة كان ذلك دليلاً على جودة الأسمنت .

● **التحليل الكيميائي**

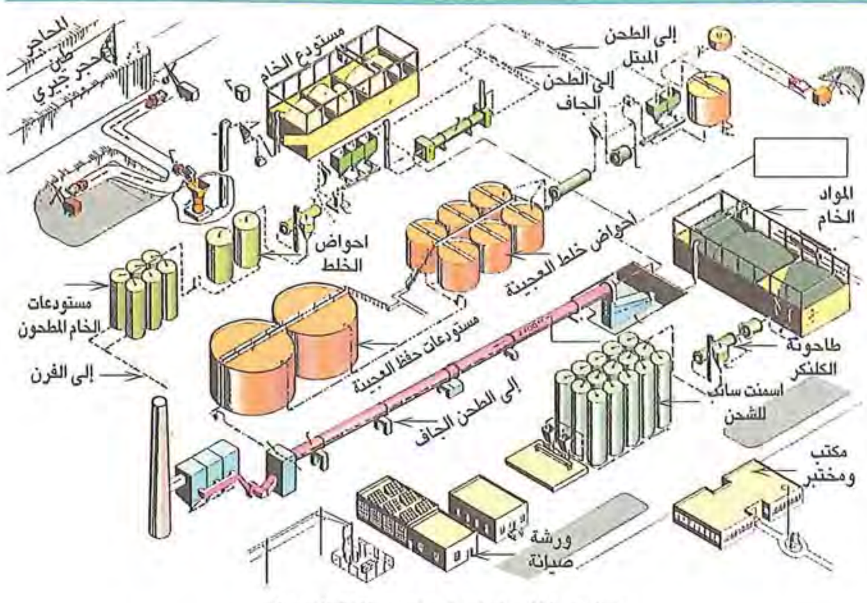
يجب أن تتطابق نتائج التحليل الكيميائي للمواد الخام ومضافاتها مع نتائج تحليل الأسمنت وذلك بتقدير النسب المئوية لأكاسيد العناصر الأساسية مثل الألومينا والسيليكا والحديد والكالسيوم والكبريت وغيرها .

مراحل تصنيع الأسمنت

يوضح الشكل (٤) المراحل الأساسية في صناعة الأسمنت وهي كالتالي :

● **تكسير ، وإعداد ، وطحن المواد الخام**

يتم في هذه المرحلة تجهيز المواد الخام بواسطة الكسارات التي تقوم بتكسير الحجر الجيري من الصخور وطحنها ثم تنقل الكميات المطحونة بواسطة سيور إلى مخازن المواد الأولية التي تحتوي أيضاً على المواد الأخرى مثل الطفلة والجبس والحجر الرملي وخام الحديد .



● شكل (١) مخطط لمراحل صناعة الاسمنت.

● **خلطة المواد الخام**

تخلط بعد ذلك المواد الخام بالكميات والنسب المطلوبة في صوامع خاصة لذلك .

● **حرق المواد وإنتاج الكلنكر**

يتم إدخال المواد الخام إلى قناة دوارة طويلة يتم فيها تسخين المواد وفصل الغازات ثم حمص المواد لإزالة ثاني أكسيد الكربون لتحويل الحجر الجيري إلى كلس . بعد ذلك تدخل المواد إلى الأفران ذات الحرارة العالية (٢٧٠٠م درجة مئوية) التي تجعل المخلوط يخرج على شكل مادة صلبة تسمى (الكلنكر) والذي يمر على مرحلة تهوية لتبريده ، بعدها يخزن ليكون جاهزاً للمراحل النهائية .

● **طحن الكلنكر**

يتم طحن الكلنكر بطواحين خاصة حسب الطاقة الإنتاجية بعد إضافة الجبس إليه لينتج عن ذلك المادة النهائية الناعمة (الأسمنت) التي تكون جاهزة للتعبئة إما في أكياس خاصة أو سائبة في الحاويات الكبيرة .

طرق تصنيع الأسمنت

تنطبق المراحل المذكورة أعلاه على الطريقتين الأساسيتين من طرق تصنيع الأسمنت وهي الطريقة الجافة والطريقة الرطبة .

● **الطريقة الجافة**

عند تجهيز المواد الخام بهذه الطريقة فإنها تكون جافة ، ولايضاف إليها ماء عند طحنها . وتتميز هذه الطريقة باستهلاك طاقة أقل من الطريقة الرطبة . وهي مناسبة للمواد الخام التي تحتوي على رطوبة منخفضة كما هو الحال في المملكة .

● **الطريقة الرطبة**

يتم بالطريقة الرطبة خلط المواد الأولية بالماء ومن ثم يدخل المخلوط - وهو على شكل سائل - إلى الطواحين . وقد تضاف كميات من الماء إلى المخلوط خلال عملية الطحن . يتم بعدها عزل المواد التي لاتزال صلبة ويضاف إليها ماء وتطحن من جديد . وبعد اكتمال عملية الطحن يدخل المعجون إلى الأفران الدوارة لإنتاج الكلنكر وتجفيفه من الماء الذي قد تصل نسبته إلى ٤٠٪ من حجم المخلوط . وتناسب هذه الطريقة المواد الخام التي تحتوي على نسبة رطوبة عالية لكونها طبقات صخرية بالقرب من بحيرات أو أنهار أو بحار ، علماً بأن عملية تجفيف المواد الأولية في مثل هذه الحالات تكون مكلفة . وبشكل عام فإن الإنتاج بهذه الطريقة أبطأ من الطريقة الجافة .

خصائص صناعة الأسمنت

تمثل صناعة الأسمنت أبرز صناعات مواد البناء ، وتسهم بشكل كبير في

اقتصاديات ونمو الدول . وبما أن الأسمنت هو مادة البناء الأولى فإن اقتصاديات الأسمنت مرتبطة بشكل كبير بقطاع البناء والتشييد . وحيث إن الصخور الطبيعية - التي تمثل المواد الخام لهذه الصناعة - متوفرة في معظم مناطق العالم ، فإنه من المناسب أن تكون مصانع الأسمنت قريبة من أماكن المواد الخام . إضافة لذلك لايمكن إهمال اقتصاديات نقل الأسمنت في مجال التسويق والتصدير حيث إن هناك حالات لاتكون فيها المواد الخام متوفرة مما يتطلب استيراد الكلنكر مثلاً ليتم طحنه وإضافة المواد الأخرى له ، وفي هذه الحالة تكون تكاليف استيراد ونقل الكلنكر من أهم عوامل اقتصاديات الصناعة .

ومن ناحية أخرى ينبعث من مصانع الأسمنت أتربة (غبار) عند تكسير وإعداد المواد الخام ، وكذلك أثناء عملية الطحن والتجفيف والحرق . ولذا فلابد من أخذ ذلك بعين الاعتبار عند تحديد مواقع المصانع . كما أن الصناعة تسير في طريقها إلى إيجاد طرق أكثر فعالية في سحب تلك الأتربة ومنعها من الانتشار في الهواء .

صناعة الأسمنت بالمملكة

يعود تاريخ بداية صناعة الأسمنت في المملكة إلى عام ١٣٧٨هـ عندما بدأ مصنع شركة الأسمنت العربية بجدة بالإنتاج ، إذ وصل إنتاجه الفعلي إلى ٦٦٧ ألف طن في عام ١٣٩٠هـ ، إلا أن المصنع توقف عن العمل في عام ١٤٠٥هـ وتوالت المصانع الأخرى دخول مرحلة الإنتاج على النحو التالي :

١- شركة الأسمنت السعودية بالدمام: وقد بدأت الشركة بالإنتاج في عام ١٣٨١هـ من مصنعها بمنطقة الإحساء قرب مدينة الهفوف .

٢- شركة أسمنت اليمامة : وقد بدأت بالإنتاج في عام ١٣٨٦هـ من مصنعها قرب الرياض .

٣- شركة أسمنت القصيم : بدأت بالإنتاج عام ١٤٠٠هـ من مصنعها قرب مدينة بريدة .

٤- شركة الأسمنت السعودي البحريني بالدمام : وهي شركة مساهمة سعودية بحرينية وقد بدأت الإنتاج في عام ١٤٠٠هـ . ثم اندمجت في عام ١٤١٢هـ . مع شركة الأسمنت السعودية لتصبح شركة واحدة تحت اسم شركة الأسمنت السعودية .

٥- شركة أسمنت ينبع : وقد بدأت إنتاجها في عام ١٤٠١هـ من مصنع الشركة قرب مدينة ينبع .

٦- شركة أسمنت المنطقة الجنوبية : بدأت إنتاج الشركة في عام ١٤٠٢هـ من مصنعها الواقع على بعد سبعين كيلومتر شرق مدينة جيزان بمنطقة أم العرج قرب أحد المسارحة . كما أن للشركة مصنعاً جديداً تحت الإنشاء في مدينة بيشة .

٧- شركة أسمنت المنطقة الشرقية : بدأت - كشركة سعودية كويتية وبدأ الإنتاج من مصنعها - في المنطقة الشرقية في عام ١٤٠٥هـ ، ثم في عام ١٤١٤هـ أصبحت شركة سعودية بالكامل وتم تعديل اسمها إلى شركة أسمنت المنطقة الشرقية .

٨- شركة أسمنت تبوك (تحت الإنشاء) : يتوقع أن تبدأ الشركة بالإنتاج خلال عام ١٩٩٧م وذلك من مصنعها قرب مدينة ضبا شمال غرب المملكة .

وقد ساعد توفر المواد الخام الأساسية لصناعة الأسمنت في المملكة العربية السعودية في الاستغناء عن استيراد الكلنكر أو المواد الأولية ، ولذا فإن جميع المصانع قد أنشئت في مناطق توجد فيها المواد الخام بشكل وافر ، مما يسهل عملية الحصول عليها ويوفر الوقت والتكلفة .

وقد بلغ مجموع الإنتاج المحلي من الأسمنت حوالي ١٦ مليون طن عام ١٩٩٥م ، ويتوقع أن يبلغ الإنتاج المحلي من الأسمنت في عام ١٩٩٧م عشرين مليون طن ، أما الطلب فيتوقع أن يكون أكبر من ذلك بقليل حتى بداية عام ١٩٩٧م على الأقل .

وفضلاً عن ذلك يتوفر في السوق أنواعاً من الأسمنت المستورد ، كما أن الشركات السعودية تقوم بالتصدير للدول المجاورة بحسب تكلفة النقل وزيادة الطلب .

وقد كان للنهضة العمرانية التي شهدتها المملكة - خلال العقود الثلاثة الماضية - دور كبير في نمو صناعة الأسمنت في المملكة ، كما أسهمت الصناعة في توفير الأسمنت بمواصفات عالية لاستخدامه في قطاع البناء والتشييد والخرسانة . وقد بلغ مجموع الاستثمارات في صناعة الأسمنت والمنتجات الأسمنتية المرتبطة به كالخرسانة الجاهزة وغيرها قرابة ستة عشر ألف مليون ريال في عام ١٩٩٤م .



● منظر من مصنع أسمنت اليمامة بالرياض.

مصطلحات علمية (*)

* حُمَّر ، قار **Bitumen**

مواد طبيعية ـ أو يحصل عليها بالتحليل الحراري ـ داكنة اللون إلى سوداء ، تتكون كلياً ، على وجه التقريب ، من كربون وهيدروجين وقليل جداً من الأكسجين أو النيتروجين أو الكبريت .

* أسمنت **Cement**

مسحوق جاف مصنوع من السيليكا والألومنيا والجير وأكسيد الحديد والمغنيزيا يتصلد عند مزجه بالماء .

* معجون أسمنت **Cement Paste**

خليط أسمنت وماء سواء تصلد أم لم يتصلد .

* صومعة أسمنت **Cement Silo**

صومعة تستخدم لتخزين أسمنت جاف سائب .

* خزفي **Ceramic**

منتج يصنع من معدن غير فلزي مثل البلاط والأسمنت والطوب .

* تزجيج خزفي **Ceramic Glaze**

رش أكاسيد فلزية ومواد كيميائية وصلصالية على الخزف ثم حرقه عند درجة حرارة عالية .

* معدن صلصالي **Clay Mineral**

إحدى مجموعات السيليكا المميهة الناعمة التبلور تحتوي بنيتها على طبقتين أو ثلاث طبقات من البلورات أهمها مجموعة الكاولينيت والمونتموريلونيت والاتبولقيت والإليت .

* حجر خفّاف **Clinker**

مادة حجرية محروقة أو متزججة كتلك التي تتكون في أفران تصنيع الأسمنت الدوّارة .

* إزالة اللون **Decoloration**

إزالة لون جسم ما وذلك بإستخدام عامل مزيل للون سواء بتفاعل كيميائي أو فيزيائي .

* سحب **Drawing out**

سحب تيلة ألياف النسيج في الاتجاه الطولي ووضع بعضها فوق بعض لإنتاج شريط غير مبروم أكثر طولاً وأرق قواماً .

* بثق **Extrusion**

عملية لإنتاج الألياف الإصطناعية المتواصلة ، وذلك بدفع سائل لزج من المادة الخام ليمر خلال الثقوب الدقيقة المُنْفِثْ الغزل .

* هَلويسيت **Halloysite**

معدن صلصالي شبيه بالبورسلان يشبه الكاولينيت في التركيب ولكنه يحتوي على كمية أكثر من الماء ويتميز عنه بتركيبه،وهناك أشكال أخرى منه تعرف بالهلويسيت منقوصة الماء .

* كاولينيت **Kaolinite**

معدن أبيض أو رمادي أو مائل إلى الأصفر يحتوي على نسبة عالية من الألومينا وهو عبارة عن صفائح سيليكا رباعية الأوجه التشاركي ترتبط بواسطة أكسجين مشترك مع الالومينا ثمانية الأوجه التشاركي .

* كولنة **Kaolinization**

تكون الكاولين من تجوية معادن سيليكات الألمنيوم أو معادن صلصالية أخرى .

* فلوسيليكات المغنيسيا
Magnesium Flousilicate

بلورات بيضاء تذوب في الماء وتستعمل في الخزفيات وللوقاية من العفن وفي تنقية الخرسانة .

* حصيرة **Mat**

ألياف زجاج أو لباد موزعة عشوائياً ، تستخدم في قولبة اللدائن المقواة المنبسطة .

* ميزولايت **Mesolite**

معدن زيولايت مكون من ألومينوسيليكات الكالسيوم والصوديوم المائية ، يوجد عادة على شكل عناقيد بيضاء أو لا لون لها ، يستعمل كمبادلات للشوارد الهابطة أو مناخل جزيئية .

* ميكروكلين **Microcline**

فلسبار غني بالبوتاسيوم وقد يحتوي على قليل من الصوديوم ، له لون أبيض أو أصفر باهت أو أحمر أو أخضر.

* صلصال ناعم **Micronized Clay**

مسحوق ناعم من الكاولين النقي يستعمل كمادة حشو للمطاط .

* زجاج لبني **Milk Glass**

زجاج أبيض ـ وقد يكون في بعض الأحيان ملوناً ـ يصنع بإضافة فلوريد الكالسيوم والألومينا إلى زجاج جير الصودا .

* مونتموريلونيت **Montmorillonite**

اسم عام لكل المعادن الطينية التي لها خاصية تمدد ـ عدا الفيرميكيولايت ـ بالماء .

* زجاج طبيعي **Natural Glass**

مادة زجاجية غير عضوية وغير متبلرة تصلبت من الصهارة بسرعة كبيرة لم تسمح لها بالتبلور .

* أسمنت مائع نقي **Neat Cement Grout**

أسمنت مائع يصنع من خليط أسمنت وماء .

* زجاج نيوديميومي **Neodymium Glass**

زجاج يحتوي على نسبة صغيرة من أكسيد النيوديميوم يستخدم في ألواح مرشحات التفلزيون الملون .

* زجاج بصريات **Optical Glass**

نوع من الزجاج متماثل كيميائيا خال من الجسيمات غير المصهورة والفقاقيع .

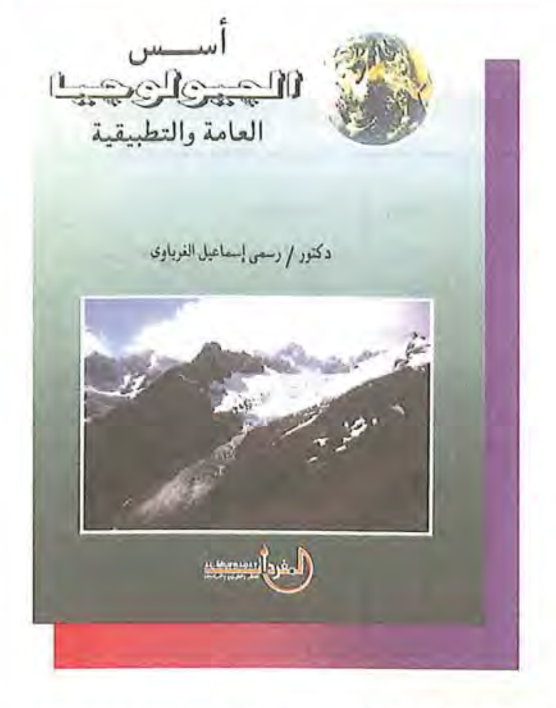
* صلصال الورق **Paper Clay**

صلصال خاص يخلط بعجينة الورق ليكسبه شكلاً ووزناً ولمعاناً .

* بورسلان **Porcelain**

خزف عالي الرتبة يتميز بمتانته ولونه الأبيض وتدنى امتصاصه وشفافيته العالية .

(*) المصدر :
معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا
معهد الانماء العربي .



أسس الجيولوجيا العامة والتطبيقية

عرض د . عمر عساف الحربي

صدرت الطبعة الأولى من كتاب أسس الجيولوجيا العامة والتطبيقية لمؤلفه د. رسمي إسماعيل الغرباوي سنة ١٤١٦هـ في ثلاث وثلاثين وثلاثمائة صفحة عن دار المفردات للنشر والتوزيع والدراسات في الرياض، موزعة على أحد عشر فصلاً .

أعطى المؤلف في **الفصل الأول** الخلفية العلمية والتاريخية عن علم الجيولوجيا وأفرعه المختلفة الأساسية والتطبيقية اوعن تطور علم الجيولوجيا عبر التاريخ . بدءاً من الحضارات القديمة مروراً بالحضارة الإسلامية وإلى العصر الحديث موضحاً مراحل تطور الفكر والمنهج الجيولوجي عبر هذه العصور .

ويتناول **الفصل الثاني** الكرة الأرضية وعلاقتها بالكون (النجوم والكواكب والتوابع والمذنبات والشهب والنيازك) ، تلا ذلك نبذة مختصرة عن المجموعة الشمسية .

وفي **الفصل الثالث** استعرض المؤلف المعلومات الأساسية عن كوكب الأرض بغلافيها الهوائي والمائي ومكونات الأرض الصخرية الصلبة والمائعة موضحاً تركيب كل غلاف .

تحدث المؤلف في **الفصل الرابع** عن أحد أفرع علم الجيولوجيا الرئيسية ، وهو علم البلورات متضمناً شرحاً مبسطاً عن علم البلورات وخواص البلورات والفصائل البلورية المختلفة (الرباعي ، المعيني القائم ، الميل الواحد ، الميول الثلاثة ، السداسي ، الثلاثي) ، بحيث تناول كل فصيلة بلورية من ناحية عناصر التبلور،عناصر التماثل ، النظام الكامل للتماثل ، الأشكال البلورية مع الأمثلة والأشكال التوضيحية .

وفي **الفصل الخامس** تطرق المؤلف إلى المعادن وأهميتها وأنواعها وخواصها البصرية (اللون - المخدش - الشفافية - البريق) والخواص التماسكية (الصلادة ، الانفصال ، الكسر ، قدرة الطرق والسحب، والوزن النوعي) بالإضافة إلى الخواص الأخرى مثل الإشعاع الذري ، والمغناطيسية ، والكهربائية ، ودرجة حرارة الانصهار والخواص الحسية (الرائحة ، المذاق ، الملمس)، بعد ذلك يتحدث المؤلف عن تصنيف المعادن كيميائياً إلى ثماني مجموعات منها مجموعة المعادن العنصرية (الذهب ، الألماس) ومجموعة معادن الكبريتيدات (البيريت) وغيرها من المجموعات ، كما تناول طرق نشأة المعادن المختلفة سواء من نشاط ناري أو عمليات ترسيبية أو عمليات تحويلية. وفي نهاية الفصل الخامس تمت جدولة معادن المجموعات الثمانية مع ذكر أهم الخواص الطبيعية لها .

وتناول **الفصل السادس** أهم مكونات الكرة الأرضية ، وهي الصخور بجميع أنواعها سواء النارية أو الرسوبية أو المتحولة باسلوب مبسط وواضح متناولاً الصخور النارية وخصائصها المختلفة وأشكالها وتركيبها المعدني حيث تم تقسيم المعادن المكونة للصخور النارية إلى المعادن الابتدائية ، وهي المعادن التي تتبلور من السائل الصهاري مباشرة ، والمعادن الثانوية وهي المعادن الناتجة من تغير أو تحول المعادن الابتدائية . وتطرق المؤلف إلى تقسيم الصخور النارية على أساس التركيب المعدني . حيث تم تقسيمها على أساس اختلاف مكان التكوين إلى ثلاثة أقسام هي : صخور نارية بركانية ، وصخور نارية تحت سطحية ، وصخور نارية جوفية . وتقسم الصخور النارية على أساس

اختلاف نسبة السيليكا إلى : صخور نارية فوق قاعدية (لا تتعدى نسبة السيليكا ٤٢٪) ، وصخور قاعدية (٤٢٪ - ٥٢٪ سيليكا) ، وصخور متوسطة (٥٢٪ - ٦٦٪ سيليكا) ، وصخور نارية حامضية (نسبة السيليكا أكثر من ٦٦٪) . وتقسم الصخور النارية حسب التركيب المعدني إلى أربعة أقسام هي: صخور فاتحة اللون ، وصخور متوسطة اللون ، وصخور قاتمة اللون ، وصخور فوق فاتحة اللون . بعد ذلك تناول المؤلف الصخور الرسوبية وأهم خصائصها وأقسامها : حيث تم تصنيفها على أساس طريقة تكوينها إلى أربعة أنواع رئيسية هي صخور رسوبية ميكانيكية (الحجر الرملي)، وصخور كيميائية التكوين (الحجر الجيري) ، وصخور عضوية التكوين (الحجر الجيري المرجاني) ، وصخور كيميائية ميكانيكية . بعد ذلك تطرق المؤلف إلى أهم التراكيب في الصخور الرسوبية ومنها : التطبق ، والتطبق المتدرج ، والتطبق المتقاطع ، وغيرها . وفي ختام الفصل السادس تم تناول القسم الثالث من الصخور (الصخور المتحولة) بشيء من التفصيل ذاكراً أهم خصائصها ، وأهم أنواع التحول ونسيجها ، بالإضافة إلى التركيب المعدني للصخور المتحولة . ولزيادة التعرف على المعادن والصخور تم تزويد هذا الفصل بصور ملونة جميلة عن أهم المعادن والصخور مع خطوات وطرق التعرف عليها .

وتناول **الفصل السابع** بشيء من التفصيل عمليات التجوية والتعرية التي تعد من أهم العمليات الخارجية المؤثرة في شكل سطح الأرض لما لها من تأثير في إعادة تشكيل سطح الأرض ، حيث قسمت التجوية إلى قسمين : تجوية ميكانيكية وهي عملية تحطيم الصخور دون إحداث أي تغيير في التركيب الكيميائي وذلك بفعل التجمد ، واختلاف درجات الحرارة ، وإزالة الحمل ، وقوة تبلور بعض المعادن داخل الشقوق ، وتكرار التشبع بالماء والجفاف ، وجذور النباتات وغيرها ، أما القسم الآخر فهو التجوية الكيميائية وهي عملية يحدث فيها تغير التركيب الكيميائي وتشمل التحلل المائي والأكسدة والتكربن . بعد ذلك يتناول المؤلف العامل الثاني الخارجي المؤثر في تغيير شكل سطح الأرض ، وهو عامل التعرية ويقصد به عمليات النحت والنقل والترسيب التي تعقب التجوية ، وتعد الأنهار والأمواج البحرية والكتل الجليدية والمياه الجوفية والرياح من أهم عوامل التعرية . وقد تم استعراض التجوية الميكانيكية والكيميائية ونواتجها وأيضاً دور الأنهار والبحار في عمليات التعرية .

وتضمن **الفصل الثامن** العمليات الجيولوجية الداخلية المؤثرة في شكل سطح الأرض وهي نوعان : الأول منهما الحركات الأرضية السريعة وتشمل الزلازل والبراكين ، والنوع الثاني يتناول الحركات الأرضية البطيئة ويقصد بها التراكيب الثانوية (الصدوع ، الطيات وبناء الجبال وزحف القارات) .

تطرق المؤلف في **الفصل التاسع** إلى نظرية الألواح التكتونية حيث قسمت الأرض إلى ٦ ألواح رئيسية (الأوراس - الأفريقي - الهند واستراالي - الأمريكي - المحيط الهادي - الانتراكتي) ، إضافة إلى خمسة ألواح صغيرة (العربي - الفلبيني - البحر الكاريبي - نازكا - كواس) ، كما يتطرق هذا الفصل إلى الاكتشافات العلمية التي سبقت نظرية الألواح التكتونية وأيضاً إلى نظرية الانجراف القاري والتي منها نظريات انتشار قاع المحيط على امتداد منطقة الوسط ، ومغناطيسية قاع المحيط ، وتركيب القشرة المحيطية ، وتتابع الأفيوليت ، وطبوغرافية قاع المحيط.

وناقش **الفصل العاشر** أحد أفرع الجيولوجيا الرئيسية وهو الجيولوجيا التاريخية التي تُعنى بمعرفة الأحداث الجيولوجية التي مرت بها الكرة الأرضية ، والتغيرات المختلفة التي طرأت عليها منذ نشأتها ، وذلك عن طريق دراسة الأحافير . كما تطرق هذا الفصل إلى طرق تحديد الأزمان الجيولوجية المختلفة وأيضا إلى الأحافير المميزة لكل عصر جيولوجي .

وفي **الفصل الحادي عشر** والأخير تناول المؤلف المجالات التطبيقية لعلم الجيولوجيا من حيث فائدتها ومردودها الاقتصادي على تقدم الأمم .

وتضمن الجزء الأخير من هذا الكتاب المراجع وقاموسا لبعض المصطلحات العلمية المستخدمة في الكتاب .

وفي الختام عُرض هذا الكتاب « أسس الجيولوجيا » بأسلوب علمي مبسط وواضح ، وقد تم تزويده بأشكال وجداول وتعاريف وصور ملونة مما يجعله مرجعاً جيدا لطلبة السنوات الأولى في أقسام الجيولوجيا . وكم يكون جيداً لو أن المؤلف أفرد فصلاً عن الجيولوجيا الحقلية والمعملية بالإضافة إلى التوسع في التطبيقات لعلم الجيولوجيا وأيضا لو استعان المؤلف بأمثلة من جيولوجيا العالم العربي خاصة الكتاب موجه للطالب العربي . إلا أن هذا لا ينقص من قيمة الكتاب وجعله كمرجع عربي مفيد يدعم المكتبة العربية .



كتب صدرت حديثاً

الرعاية المثالية لصحة الطفل

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٦هـ ، وهو من تأليف الدكتورة / **آمال محمد بدر الدين** ، ويبلغ عدد صفحاته ٤٥٩ صفحة من الحجم المتوسط .

يحتوي الكتاب - بالإضافة إلى تقديمين ومقدمة - على خمسة عشر فصلاً ، وخاتمة ، وقائمة للمراجع العربية والأجنبية .

تتناول فصول الكتاب بالترتيب الموضوعات التالية : المولود الجديد والعناية به ، والأمراض الخلقية للوليد ، والرأس وأمراضه ، وأمراض الجهاز الهضمي ، وأمراض الجهاز البولي والتناسلي ، وأمراض الغدد ، والأمراض الجلدية ، وأمراض الدم ، والأمراض المعدية عند الأطفال ، والأمراض العصبية والعضلية والعلاج الطبيعي ، وأمراض الجهاز التنفسي ، وأمراض الحساسية ، والتغذية ، والحالات النفسية ، والإسعافات الأولية .

النباتات البرية المأكولة في المملكة العربية السعودية

قام بتأليف هذا الكتاب كل من د. **إبراهيم عبد الله العريض** ، والأستاذ/ **سعود عبد العزيز الفراج** ، قسم الأحياء ، كلية المعلمين بالرياض .

يقع الكتاب في ٩٩ صفحة من القطع المتوسط محتوية على وصف لثمانية وثلاثين نوعاً من النباتات البرية المأكولة في المملكة وخاصة في المنطقة الوسطى ، بالإضافة إلى مقدمة ، وأهداف الكتاب ، وإشارات ووقفات ، وقائمة بالأسماء العلمية والعربية الشائعة لنباتات الكتاب ، وقائمة للمراجع العربية والأجنبية .

جاء وصف النباتات التي يحتويها الكتاب متمثلاً في الاسم العربي والشائع ، والاسم العلمي ، والفصيلة ، ووصف النبات ، والبيئة والجزء المأكول .من أمثلة تلك النباتات فمنها البابونج ، وبصل البر ، والشيح ، والفقع ... وغيرها .

مختارات في تحضيرات عضوية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٦هـ عن دار الخريجي للنشر والتوزيع بالرياض . وقام بتأليفه كل من أ. د./ **حسن بن محمد الحازمي** ، والأستاذ / **محمد سعادة ذيب** ، قسم الكيمياء ، كلية العلوم جامعة الملك سعود .

جاء الكتاب في ١٨٦ صفحة من الحجم المتوسط ، ويتكون من مقدمة وفهرس المحتويات ، وثلاثة فصول ، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية .

تناولت فصول الكتاب بالترتيب : أساسيات في الكيمياء العضوية ، والتحضيرات (التشييدات) العضوية (٣٤ تجربة) ، ونماذج مشروعات تحضيرات مخبرية متعددة الخطوات (أربعة مشروعات) .



من أجل فلذات أكبادنا

كيف تتوقع رطوبة الجو

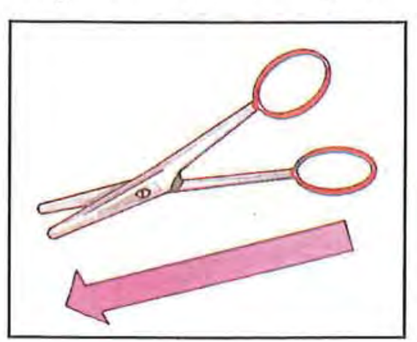
تؤثر عوامل الطقس المختلفة (درجة الحرارة ، والرطوبة ، والضغط ، والرياح ، والأمطار) على الإنسان ونشاطاته ، لذا فهو يحتاج إلى توقع حالة الطقس قبل فترة من الزمن ليتمكن من ترتيب نشاطاته حسب تلك الحالة ، ونظراً لأن الرطوبة عامل مؤثر على الطقس ، لذا سيتم التطرق في هذا العدد إلى طريقة مبسطة لقياس رطوبة الجو ، وبالتالي توقع معدلها في أيام مقبلة .

الأدوات

قلم رصاص ، مسطرة ، قطعة ورق كرتون رقيق أبعادها ١٦,٤ سم قطعة ، ورق كرتون مقوى أطوالها ٣٠, ٢٤ سم ، مقص ، شريط لاصق ، خصلة من شعر ذيل الحصان طولها ٢٥سم ، قطعة خشب أطوالها ٢٤x٤x٤سم ، ٦ دبابيس رسم ، قلم أحمر برأس دقيق .

طريقة تجميع مقياس الرطوبة

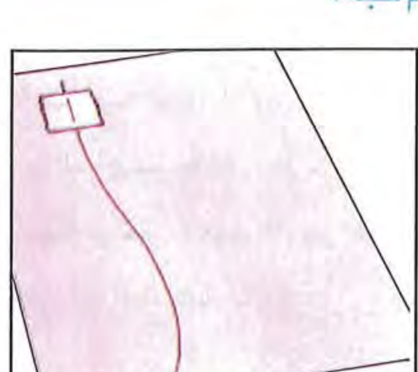
١ـ ارسم باستخدام المسطرة علي ورق



شكل (١)

الكرتون الرقيق سهماً طوله حوالي ١٣سم وعرضه ٢سم،ثم قصه،شكل(١).

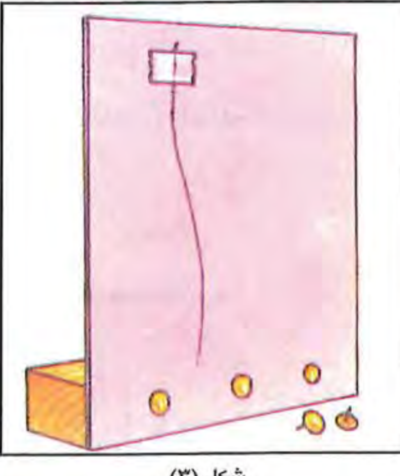
٢ـ ثبت أحد طرفي خصلة الشعر في أعلى قطعة الورق المقوى ، شكل (٢) .



شكل (٢)

٣ـ ثبت قطعة الورق المقوى على قطعة الخشب باستخدام دبابيس الرسم،شكل (٣).

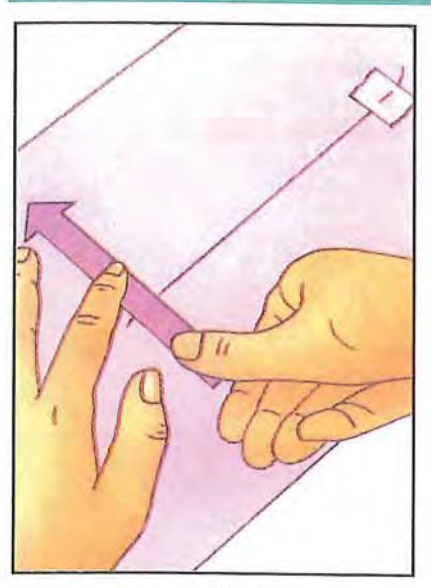
٤ـ ثبت الطرف الثاني من خصلة الشعر باستخدام اللاصق على نهاية السهم.



شكل (٣)

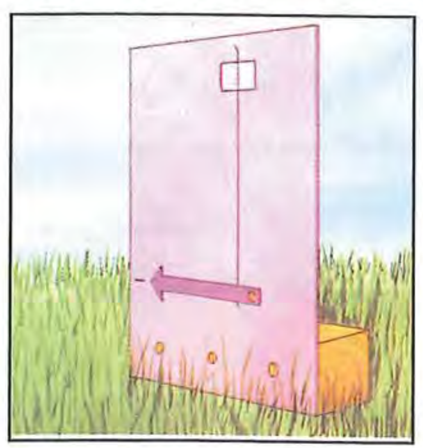
٥ـ ضع السهم على قطعة الورق المقوى ، ثم أبعده حتى تصبح الشعرة مشدودة تماماً، ثم ثبت السهم من طرفه باستخدام دبوس رسم ، شكل (٤) .

٦ـ ضع مقياس الرطوبة في الخارج وثبته



شكل (٤)

جيداً بحيث لايقع ، وعندما تشرق الشمس ستؤدي إلى جفاف خصلة الشعر وبالتالي تقلصها إلى أقصى حد ممكن ، مما يؤدي إلى تحرك السهم إلى



شكل (٥)

أعلى ، عندئذ ضع إشارة أمام السهم واكتب عليها جاف ، شكل (٥) ، وعندما يكون الجو رطب فإن الشعرة ستمتص بخار الماء من الجو ، وبالتالي يزداد طولها ، مما يؤدي إلى تحرك السهم إلى أسفل ، عندئذ ضع إشارة أمام السهم ، واكتب عندها رطب ، قم بتسجيل رطوبة الجو يومياً لمدة ثلاثة أسابيع . من خلال تلك البيانات ، هل تستطيع توقع حالة الجو في الأسبوع الرابع فيما إذا كان جافاً أو رطباً ؟.

المصدر

Young Scientist , No1The Planet Earth.

مساحة للتفكير





قام أحد الأغنياء بمنح أحد أصحابه قطعة أرض، من قطعتين يملكهما، إحداهما مساحتها ألف متر مربع وعلى شارعين، والأخرى مساحتها ألفا متر مربع وعلى ثلاث شوارع، وقال لمدير أعماله أطلب من صاحبي أن يقول جملة قبل منحه القطعة، فإن كانت الجملة صحيحة فيمنح الأرض التي بمساحة ألفي مترمربع وعلى ثلاثة شوارع، وإذا كانت الجملة خاطئة فيمنح الأرض التي بمساحة ألف متر مربع وعلى شارعين، وقبل منحه قطعة الأرض طلب مدير الأعمال من الرجل أن يقول جملة صحيحة حول الأرض الممنوحة له قبل أن يقرر ماذا يمنح، فقال جملة صحيحة حيرت مدير الأعمال في اتخاذ القرار الخاص بالمنح.

فما هي الجملة ؟

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الجملة المحيرة » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لتسلم الحل هو ١٤١٧/١٢/٢٠هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد التاسع والثلاثين

« رجال القبيلة »

من المعطيات يتضح أن إجابة الرجل الأول لابد أن تكون « أنا من القبيلة التي تقول الصدق دائماً » وذلك لأن الرجل إن كان من القبيلة التي تقول الصدق فلابد أن يقول الصدق وبالتالي فإن ما قاله هو الصحيح ، وأما إن كان من القبيلة التي لاتصدق أبداً فلابد أن يكذب ويقول أنا من القبيلة التي تقول الصدق .

من هذا نستنتج أن الرجل الثاني من القبيلة التي لاتقول الصدق لإنه لم ينقل إجابة الرجل الأول بصدق ، كما نستنتج أن الرجل الثالث من القبيلة التي تقول الصدق ، عندما ذكر أن الرجل الثاني كاذباً ، وعلى هذا فإن الرجل الثاني من القبيلة التي لاتقول الصدق أبداً، وأن الرجل الثالث من القبيلة التي تقول الصدق .

الفائزون في مسابقة العدد

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد التاسع والثلاثين «رجال القبيلة » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كلاً من :-

١ - إسماعيل محمد ياسين - ص.ب ٣١٧- الرياض ١١٤١١.

٢ - عبد العزيز محمد العبد الرحمن - ص.ب ٥١٢٧٢ - الرياض ١١٥٤٣ .

٣ - سها محمد الفهيد - ص.ب ٩٣٥٨٣- الرياض ١١٦٨٣

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة ، سيتم إرسالها له على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة .





أجهزة الليزر

٢ـ ليزر الهليوم ـ نيون

الليزر عبارة عن حزمة شعاعية تكون ذات لون أحادي مترابط في الجزء الطيفي الممثل في الأشعة المرئية أو تحت الحمراء ، وفوق البنفسجية . تتراوح قوة نبضة شعاع الليزر ما بين واحد مللي واط إلى ٢٠ كيلوواط في حالة التطبيقات التجارية العادية ، وقد تصل إلى أكثر من ميجاواط في حالة التطبيقات العسكرية .

تنبعث أشعة الليزر من الغاز أو السائل أو البلورة الصلبة أو بلورة أشباه موصلات. وخلافاً على العادة يمكن إنتاج أشعة ليزرية منتشرة ـ بدلاً من مترابطة ـ كما في حالة ليزر أشباه الموصلات (الليزر الترانزستوري) الذي ينتشر ليغطي زاوية ٢٠ـ٤٠° ، كذلك يمكن إنتاج إشعاعات ليزر تنبعث في نطاقات موجية عريضة أو ضيقة اعتماداً على البصريات المستخدمة ، كما يحدث في ليزرات الصبغات السائلة .



● شكل (١) مقاسات مختلفه من أنبيب ليزر الهليوم ـ نيون

أجهزة الليزر الغازية

هناك العديد من أجهز الليزر الغازية منها على سبيل المثال أجهزة الهليوم ـ نيون ، شكل (١) ، والزينون ، والنيتروجين ، والأرجون ، والكربتون ، وثاني أكسيد الكربون وغيرها . وسيتناول هذا الجزء جهاز الهليوم ـ نيون كمثال لأجهزة الليزر الغازية التي لايختلف بعضها عن بعض كثيراً في طريقة عملها ولكنها تختلف في استخداماتها .

● ليزر الهليوم ـ نيون

يعد ليزر الهليوم ـ نيون من أكثر أنواع أجهزة الليزر شيوعاً بين الناس نظراً لكثرة تداوله في كثير من الاستخدامات مثل المؤشر الليزري المعروف ذي اللون الأحمر. والذي يقارن حجمه بحجم القلم العادي ، شكل (٢) وقارىء الشفرات الموجودة على سلع المحلات التجارية والطابعات الليزرية.



● شكل (٢) مؤشر لليزر الهليوم ـ نيون

يتألف الجهاز ، شكل (٣) ، من الوسط الليزري الذي ينتج ضوء الليزر ، منبع القدرة (Energy Source) الذي يغذي الجهاز بالطاقة اللازمة ، والتجويف الضوئي الرنان الذي يركز الضوء



● شكل (٣) مكونات جهاز ليزر الهليوم ـ نيون

لبحث الانبعاث الإشعاعي لليزر .

***الوسط الليزري :** وهو عبارة عن خليط داخل أنبوبة خزفية مغلقة يتألف من حوالي ٩٠٪ من غاز النيون إضافة إلى ١٠٪ من غاز الهليوم . يتراوح الضغط داخل الأنبوبة الخزفية ما بين ١-٢ ملم زئبق ، وذلك للحصول على انتقال الأيونات والألكترونات لتشكل الضوء المنبعث نتيجة التفريغ بوساطة الجهد الكهربائي لاستثارة ذرات الهليوم والنيون ـ في جميع الاتجاهات .

* **منبع القدرة :** ـ هو الجهد الكهربائي اللازم لاستثارة ذرات الهليوم داخل الأنبوب ليحد انتقال الأيونات والإلكترونات داخل الأنبوب ذي الضغط المنخفض (١-٢ ملم زئبق) لينتج عن ذلك ضوء ينعكس عدة مرات بوساطة مرايا عاكسة .

* **التجويف الضوئي الرنان :** ـ منطقة محصورة بين بين مرآتين عاكستين للضوء ـ إحداهما عاكسة ١٠٠٪ والأخرى عاكسة بنسبة ٩٥٪ تعملان على عكس الضوء المتحرر من خليط الغاز عدة مرات ذهاباً وإياباً ـ ضوء رنان ـ مما يؤدي إلى تكوين حزمة ضوئية مضخمة ينفذ منها حوالي ٥٪ من خلال المرآة العاكسة بنسبة ٩٥٪ وهو مايسمى بأشعة الليزر الناتجة .

● أنواع ليزر الهليوم ـ نيون

يمتاز ليزر الهليوم ـ نيون بأنه ذو لون أحادي مترابط وموجه ، ويتوفر منه حالياً نوعان في نطاق الضوء المرئي هما : الأخضر (طول الموجة ٠,٥٤٣ ميكرومتر) . والأحمر (طول الموجة ٠,٦٣٢ ميكرومتر)، كما يوجد نوع آخر في نطاق الأشعة تحت الحمراء (طول الموجة ١,٥٢٣ ميكرومتر).

يعد ليزر الهليوم ـ نيون في نطاق اللون الأحمر الأكثر شيوعاً واستخداماً ، ولكن ظهرت في الآونة الآخيرة الحاجة إلى استخدام الأنواع الأخرى (الأخضر والأشعة تحت الحمراء) فعلى سبيل المثال يستخدم ليزر اللون الأخضر في الطب والدراسات المتعلقة بالدم لكفاءته في توضيح الرؤية من خلال لون الدم ، أما ليزر الأشعة تحت الحمراء فإن ثباته وقلة انفراجه مقارنة بالليزرات الترانزستورية أهلته لأن يكون البديل في تطوير (تحسين) أنظمة الألياف البصرية ، شكل (٤) .

● التطبيقات

تستخدم أجهزة ليزر الهليوم ـ نيون كمؤشرات وفي عروض المشاهد الضوئية الجميلة في الحفلات لأغراض التسلية . وتستخدم كذلك بشكل مكثف في فروع هندسية مختلفة مثل تحديد المحورحينما تكون الحزمة الليزرية مجمعة شكل (٥) ، أو تحديد مستوى معين عندما تنتشر هذه الحزمة بوساطة عدسات مناسبة ، ومن الأمثلة على ذلك : قياس أفقية السطوح وميلها ، وتوازي المستويات في المباني ، وفي هندسة المساحة ، والهندسة الميكانيكية .



● شكل (٤) ليزر هليوم ـ نيون أخضر يتخلل ضوؤه ليف بصري



● شكل (٥) توجية حزمة من أشعة الليزر الضوئيه

بحوث علمية

الأداء الحراري والاقتصادي للمواد العازلة في المباني السعودية

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤٠٧هـ إلى ١٤١٠هـ بتدعيم مشروع بحثي تحت عنوان « الأداء الحراري والاقتصادي للمواد العازلة في المباني السعودية » وكان الباحث الرئيس لهذا المشروع الدكتور عبد المحسن بن عبد الله الحماد، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

تتمثل أهداف المشروع في الآتي : -

١- تقويم الأداء الحراري لمواد وأنظمة التشييد شائعة الاستخدام في المباني بالمملكة، وفي المناطق التي لها الظروف المناخية نفسها، مع التركيز على عوازل الجدران والأسقف، وأنظمة التشييد النموذجية المحلية.

٢- مقارنة التكلفة المبدئية لأنظمة تشييد عوازل المباني مع التكلفة الكلية - على دورة حياة المبنى - مع الأخذ في الاعتبار التكلفة الحالية والمتوقعة للطاقة.

٣- تأسيس ترتيب واضح لأنظمة التشييد والمواد العازلة حيث تكلفة التركيب، ومعامل العزل، وتكلفة الدورة الحياتية للمبنى (تكلفة الإنشاء والصيانة طيلة عمره الافتراضي) وسهولة الوصول والحصول عليه، وكذلك فعاليته الكلية في ترشيد الطاقة.

٤- تطوير فعالية استخدام العوازل الحرارية في المباني بالمملكة.

● خطوات البحث

لتحقيق أهداف البحث تم إجراء عدة خطوات أهمها : -

١- مسح كامل للمراجع والأعمال السابقة المتعلقة بالمواد العازلة واستعمالها في المباني.

٢- استخدام الحاسوب في محاكاة الأداء الحراري للمباني لفيلا نموذجية، ومبنى تجاري في ظروف جوية مختلفة في أربع مدن بالمملكة هي: الرياض، والظهران، وجدة، وخميس مشيط.

٣- قياس التدفق الحراري الحقيقي لعدد ١٤ جداراً نموذجياً، وعشرة نماذج أسقف نموذجية في معمل اختبار أعد لذلك في مدينة الظهران، وذلك لمدة عام (١٩٩٠م/١٩٩١م) مع معلومات عن درجات التدفق الحراري للجدران والأسقف كل ١٥ دقيقة، وتحليل هذه المعلومات كل شهر.

٤- استعمال نموذج تكلفة الطاقة على دورة حياة المبنى - يلائم الظروف الاقتصادية السعودية - لتقويم الأداء الاقتصادي لمبان سعودية تحتوي على أنظمة تشييد مختلفة.

● نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج هذا البحث فيما يلي :

١- قياس معامل التوصيل الحراري للمواد العازلة المستخدمة في المملكة، ومقارنتها بالنتائج المنشورة.

٢- أدت إضافة المواد العازلة - في الجدران الخارجية، وأسقف المباني - إلى عدة نتائج هامة منها ما يلي هي :-

* انخفاض كبير في الأحمال القصوى للكهرباء، وفي ترشيد الطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى حوالي ٣٣٪.
* توفير كبير في تكاليف الطاقة لكل من مالك المباني (تصل إلى ٤٠٪)، والحكومة (تصل إلى ٣٨٪).
* توفير الجو المريح للأشخاص عن طريق تخفيض وتجانس درجات الحرارة الداخلية للمباني.

٣- اتضح من البحث أن مدينة الرياض هي الأكثر جدوى اقتصادية لاستخدام العوازل الحرارية في المباني، ويليها على التوالي كل من الظهران، ثم جدة، ثم خميس مشيط.

٤- أدى استخدام الرخام بدلاً من البياض في الجدران الخارجية إلى زيادة التدفق الحراري السنوي بمقدار ٢٨٪، وذلك بسبب اللون الغامق لسطح الرخام الذي يساعد على زيادة امتصاص الطاقة الحرارية.

٥- تم ترتيب وتصنيف الجدران والأسقف طبقاً للأداء الحراري باستخدام نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها لكل مدينة.

٦- أقصى حدود لمتوسط قيم معاملات التوصيل الحراري للجدران الخارجية وأسقف المباني بالمملكة هو ٠٫٥٦٨ وات/م٢/درجة مئوية، و ٠٫٤٢١ وات/متر٢/درجة مئوية على التوالي، والذي يعطي أقصى توفير للتكلفة لكل من المالك والحكومة، ويمكن استخدامه كعازل قياسي سعودي.

تذوق الدهون وأمراض القلب

يبدو أن تذوق الدهن فقط دون دخوله المعدة من شأنه أن يؤدي إلى إثارة حسية تنجم عنها تفاعلات حيوية للدهون الموجودة مسبقاً في المعدة، وهذه تؤدي إلى زيادة تركيز البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (Low Denity lipoproteins) المسبب الرئيسي لمرض تصلب الشراين وانسدادها، وينشأ ذلك بسبب زيادة تركيز الدهون الثلاثية (Triglycerides) في الدم وإطالة مدة تركيزها فيه الأمر الذي يؤدي إلى تحول جزء كبير منها إلى بروتينات دهنية منخفضة الكثافة.

وتؤكد هذه الدراسة ما توصل إليه بعض العلماء قبل عقد من الزمان في تجارب للحيوانات القارضة (مثل الفئران والجرذان والأرانب).

تتلخص الدراسة التي قام بها **ريتشارد ماتيس (Richard Mattes)** من جامعة بوردو بالولايات المتحدة في أخذ عينة من دماء تسع نساء وستة رجال خلال أربعة أيام قبل وبعد أخذهم كبسولة تحتوي بداخلها على ٥٠ جرام من زيت القرطم - لامذاق له - بساعتين وأربع ساعات وست ساعات. وقبل ثلاثة أيام من الأيام التي تم بعدها أخذ زيت القرطم إعطي كل فرد من افراد التجربة إما قطعة جبن دسمة أو بدون دسم وذلك لتذوقها فقط خلال دقيقة واحدة ثم إخراجها بحيث يتذوق كل فرد نوعي الجبن بمعدل يوم واحد لكل نوع.

أشارت نتائج فحص دماء أفراد العينه والتي جمعت خلال الأربعة أيام المذكورة الى أن تذوق الجبن الدسم زاد تركيز الدهون الثلاثية عندهم بمعدل ٦٠٪ إلى ١٠٠٪ مقارنة بمعدله خلال ثلاثة الأيام الأخرى التي لم يأخذوا فيها جبناً دسماً.

ويذكر **ماتيس** أن هذه الزيادة لاتعزى لاكتشاف أفراد العينة لنوع الجبن الذي تعاطوه حيث إنه في تجربة منفصلة - أجراها **ماتيوس** - استطاع واحد فقط من جملة عشرة أفراد اكتشاف نوع الجبن الذي تعاطاه.

تمثل هذه النتائج حيرة في علم الأغذية حيث إنه من المتعارف أن إدراك الدهون يتم عن طريق تذوقها بالفم وليس عن طريق إحساس كيميائي، ولكن يبقى عدم إحساس أفراد العينة بأي الأنواع من الجبن أخذوه، وفي أي يوم من أيام التجربة الأربعة، بأن هناك ظواهر أخرى - لم تكتشف بعد - غير ظاهرة التذوق والإحساس الفمي مسؤولة عن النتائج التي أبرزتها التجربة.

ويذكر **راميرز (Ramirez)** من مركز التحسس الكيميائي في فلاد يلفيا بالولايات المتحدة أن هناك مراكز إحساس - لايعرف طبيعتها حتى الآن - تعمل على تعديل هضم الطعام وإرسال إشارة للقناة الهضمية بقرب وصول طعام يجب تكسيره. ويؤكد تلك الدراسة ما أشارت إليه دراسة **كارين تيف (Karen, L.Teff)** زميلة **راميرز** في المركز المذكور من أن تذوق زبدة الفول السوادني - وليس بلعها - أثارت الجهاز الهضمي لإنتاج كمية إضافية صغيرة من الأنسولين استعداداً لتحطيم كمية من سكر لم يتذوقه اللسان بسبب أنه أضيف مباشرة لمعدة شخص متبرع بوساطة أنبوب.

المصدر

Science News, June 1996, Vol. 144, P. 373.

قشور الأرز لتنقية زيوت الطعام

تعمل مادة السيليكا على ادمصاص (Adsorption) - امتزاز - المواد العالقة بزيوت الطعام أثناء عملية استخلاصه من البذرة (سمسم، فول سوداني، زهرة الشمس، فول صويا، قطن إلخ)، ومن أهم مواد السيليكا المستخدمة في هذا المجال مزيلات الالوان المصنوعة من الطين (Bleaching Clays) وهلام السيليكا المائي (Silica hydrogel).

غير أن المواد المذكورة يمكن استبدالها بمواد أكثر وفرة وأقل تكلفة. وتأتي قشور الأرز في مقدمة هذه المواد، فهي فضلاً عن أنها مواد خام متجددة، تتميز باحتوائها على كميات كبيرة من مادة السيليكا غير المتبلرة (Amorphous Silica) تؤهلها لادمصاص كمية كبيرة من الشوائب على سطحها.

وقد أتضح من النتائج المختبريه التي قام بها علماء الأغذية بجامعة كنساس أن قشور الأرز لها ارتباط (Binding) للمواد الفسفولبيدية (Phospholipids)، ورغم أن مساحتها قليلة مقارنة بمساحة سطح هلام السيليكا (Silica gel) إلا أن زهادة تكلفتها تجعلها الأنسب لتنقية زيوت الطعام.

كذلك وجد العلماء أن مجموعة (Groups) الفوسفات والكربونيل (Carbonyl) الموجودة على أسطح قشور الأرز لها قابلية لجذب وربط المواد الفسفولبيدية أكثر من قابليتها لجذب وربط الأحماض الدهنية والدهون الثلاثية (Triglycerides).

ورغم أن كلا من مواد الادمصاص التقليدية (مثل هلام السيليكا) وقشور الأرز يمكنها الارتباط مع اللبيدات (Lipids) بوساطة رابطة هيدروجينية (Hydrrogen Bonding) إلا إن السيليكا الموجودة في قشور الأرز تتمتع بخاصية أخرى هي مقدرتها في تحفيز (Catalyze) تحول الأحماض الدهنية الطليقة (Free Fatty acids) إلى أيونات الكربوكسيل (Carboxyl) ومن ثم ادمصاصها.

إضافة إلى ذلك أمكن إنتاج هلام السيليكا من قشور الأرز عند درجات حرارة أقل كثيراً من درجات الحرارة المستخدمة في إنتاجه من الرمل، وذلك يعني توفيراً كثيراً للطاقة اللازمة في حالة الإنتاج من قشور الأرز فضلاً عن الاستفادة من مادة أكثر وفرة بسبب الطلب المتعاظم على الأرز عالمياً.

وقد أشارت تقارير سابقة إلى أهمية قشور فول الصويا في إزالة المواد القطبية (Polar materais) من الزيوت النباتية.

المصدر :

Emerging Food R&D Report, Nov. 1996 vol 6 No 8.

علاج اللثة المريضة بالمضادات الحيوية

يعد النزيف والتقلص الذي يظهر في اللثة مؤشراً خطيراً على إصابة جذور الإسنان بمرض قد يؤدي إلى فقدان السن المصابة. ويتمثل الإجراء العلاجي في هذه الحالة في قيام الأطباء بإزالة الطبقة الجرثومية والجيرية الناتجة عن البكتيريا، أو التدخل الجراحي في الحالات المتأخرة. بتكلفة تصل إلى ٣٠٠٠ دولار.

وقد تم أخيراً التوصل إلى أسلوب غير جراحي جديد - وبتكلفة تصل إلى أقل من ثلث تكلفة العلاج القديم - لعلاج الإصابات الناجمة عن بكتيريا الجذور بإعطاء المريض مضادات حيوية.

قام الأطباء بكلية طب الأسنان في جامعة متشيجن الأمريكية بمعالجة ٩٠ مريضاً باللثة كانت حالتهم تستدعي التدخل الجراحي.

يتلخص العلاج في تنظيف جذور الأسنان (بدون جراحة)، ثم إعطاء جميع المشاركين من المرضى كبسولات لمدة أسبوعين أو أربعة أسابيع تبعاً لشدة التهاب اللثة ومقدار (وحجم) إصابتها بالمرض.

ويعتمد علاج الحالات المستعصية لمرض اللثة على المضادات الحيوية الموضعية وذلك من خلال تغليفها بغشاء سليولوزي دقيق وتثبيت الغشاء على السطح المصاب من الجذور ولفترة مؤقتة، مع إعطاء بعض المرضى مهدئات أثناء بعض فترات العلاج. وقد توسعت هذه الطريقة لاحقاً حيث تمكن الباحثون من تجنب الجراحة أو خلع الأسنان المصابة لـ (٦٩٠) مريضاً من أصل (٧٨٣) مريضاً كانت حالتهم تتطلب تدخلاً جراحياً أو خلعاً للأسنان.

وقد لاحظ **والتر لوسيش (Walter J. Loesche)** قائد الفريق الطبي الذي أعد الدراسة المذكورة سابقاً أن ٦٧٪ من الحالات الميؤوس منها تم إنقاذها من قبل أخصائيين متمرسين، ولم تعد تحتاج لعمليات جراحية أو خلع الأسنان.

ويقول **ولسيش** إن ٨١٪ من هؤلاء المرضى تجنبوا الجراحة. أما الأشخاص الذين تتطلب حالتهم إجراء جراحي فقد قدرت تكلفة العلاج لهم بمبلغ زهيد جداً.

ويضيف **لوسيش** أن الدراسات المستقبلية سوف يتم فيها تحديد أكثر جرعات الدواء فعالية من المضادات الحيوية. وإجازة اعتماد الغشاء الرقيق المشبع بالدواء للاستخدام في العلاج الموضعي بالمضادات الحيوية من قبل إدارة الأغذية والدواء الأمريكية.

المصدر

Science News, Vol. 149, May 1996, P. 308.



مع القــــراء

الإخوة القراء الكرام السلام عليكم ورحمة الله وبركاته . وأهلاً بكم في مجلتكم مجلة العلوم والتقنية .

يأتي صدور هذا العدد بعد أيام من حلول عيد الفطر السعيد أعاده الله على الجميع باليمن والخير والبركات وكل عام وأنتم بخير . وكما عودتمونا فقد وصل عدد كثير من رسائلكم التي نسعد بقراءتها وتلبية ما يمكن من طلباتكم . كما يسرنا أن ننوه إلى أهمية الكتابة باللغة العربية فقط ، وإدراج الاسم والعنوان واضحين داخل الرسالة وعدم الاكتفاء بكتابتها على المغلف .

*** الأخ / خالد محمد السيف - جدة**

سعدنا بوصول رسالتك ، وقد تم إدراج اسمك في قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / غازي سعيد السياحي - مكة المكرمة**

نشكرك على إطرائك للمجلة ، ويسعدنا إدراج اسمك في قائمة الإهداءات .

*** الأخ / وائل محمد نايف - الدوادمي**

يسعدنا تلبية طلباتك وجميع القراء ، وسوف نعمل على إرسال ما يتوفر من أعداد سابقة .

*** الأخ / عبد الله ناصر الأحمد - روضة سدير**

سعدنا بوصول رسالتك إلينا ، وسوف نقوم بإرسال ماطلبته من أعداد سابقة . كما سررنا بما حوته رسالتك من مقترحات جيدة وبناءة ، وسوف تكون محل عنايتنا بإذن الله .

*** الأخت / طرفة عبد الرحمن العويفير - الرياض**

نرجو منك توضيح عنوانك حتى نتمكن من إدراج اسمك في قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / مهدي حسن مباركي - مكة المكرمة**

لتلبية طلبك يمكنك مراسلة الإدارة العامة للمعلومات بمدينة **الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢ .

*** الأخ / فهد ناصر السيف - الرياض**

يسرنا تلبية رغبتك ، وستصلك المجلة على عنوانك المرفق في رسالتك شاكرين مشاعرك الطيبة للمجلة .

*** الأخ / محمد مجاهد خليل - مصر**

ستصلك المجلة بإذن الله على عنوانك الجديد في جمهورية مصر العربية ، وشكراً على ثنائك على المجلة .

*** الأخ / مشعل توفيق أحمد - الأردن**

وصلتنا رسالتك بكل سرور ، وقد تم إدراج عنوانك ضمن قائمة التوزيع، وسوف نقوم بإذن الله بإرسال ماطلبته من أعداد سابقة - ولك التحية .

*** الأخ / عبد العزيز صالح الغامدي - مكة المكرمة**

إشارة إلى رسالتك التي بعثت بها إلى المجلة نود أن نشكرك على إطرائك عليها ، أما بخصوص العدد الخاص بالاستشعار عن بعد فسوف نقوم بإرساله لك بإذن الله ، ويسرنا إدراج اسمك ضمن قائمة التوزيع.

*** الأخ / عبد الله محمد النصر - الظهران**

نشكرك على ما ورد في رسالتك ، ويسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / محمد عبد الله المقرب - الإحساء**

تلقينا رسالتك بكل سرور شاكرين ما حوته من إطراء للمجلة ، ويسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة التوزيع .

*** الأخ / خالد مسلم الرحيلي - مكة المكرمة**

وصلتنا رسالتك شاكرين ما حوته من إعجاب وثناء على المجلة . أما بخصوص ما اقترحته فهو لايهم القاريء بشيء بقدر المادة العلمية وما يستفاد منها . شاكرين تواصلك معنا .

*** الأخ / عبد الله المرعبة - الرياض**

سعدنا باتصالك وسوف نقوم بإرسال المجلة على عنوانك الجديد ، ولك التحية.

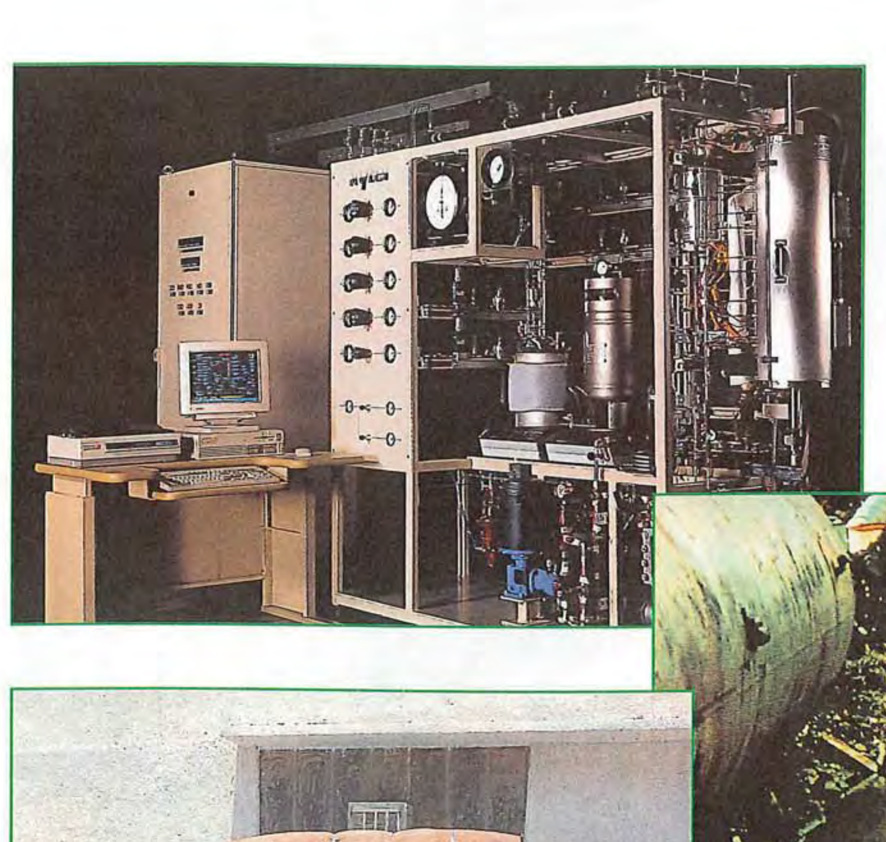
*** الأخت / عقيلة عز الدين - الرياض**

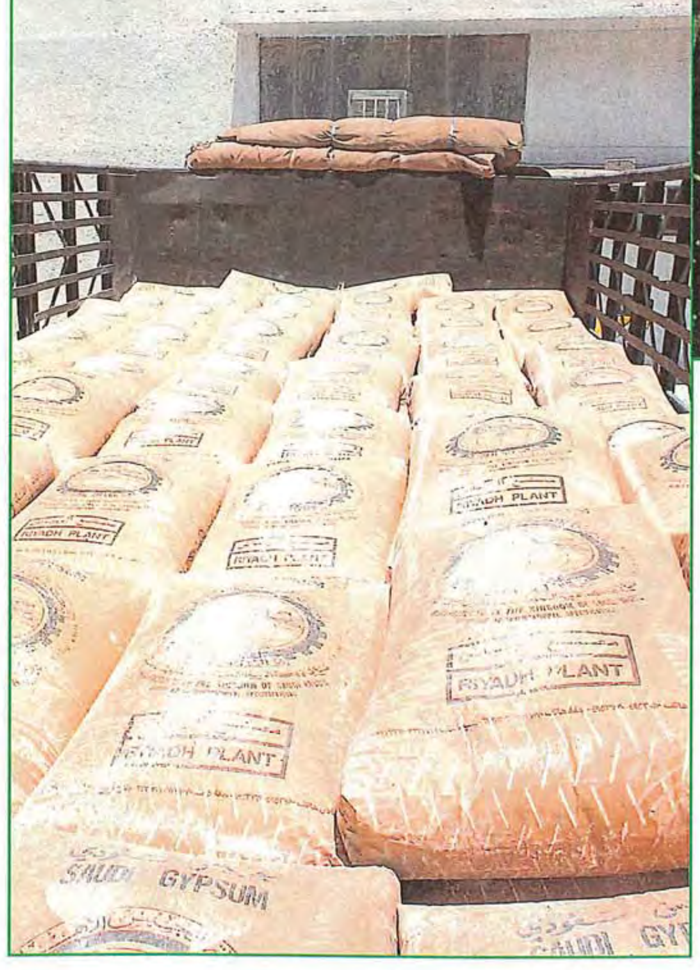
يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم بإرسال ما يتوفر من الأعداد السابقة المطلوبة ، شاكرين ثناءك وإطراءك للمجلة .

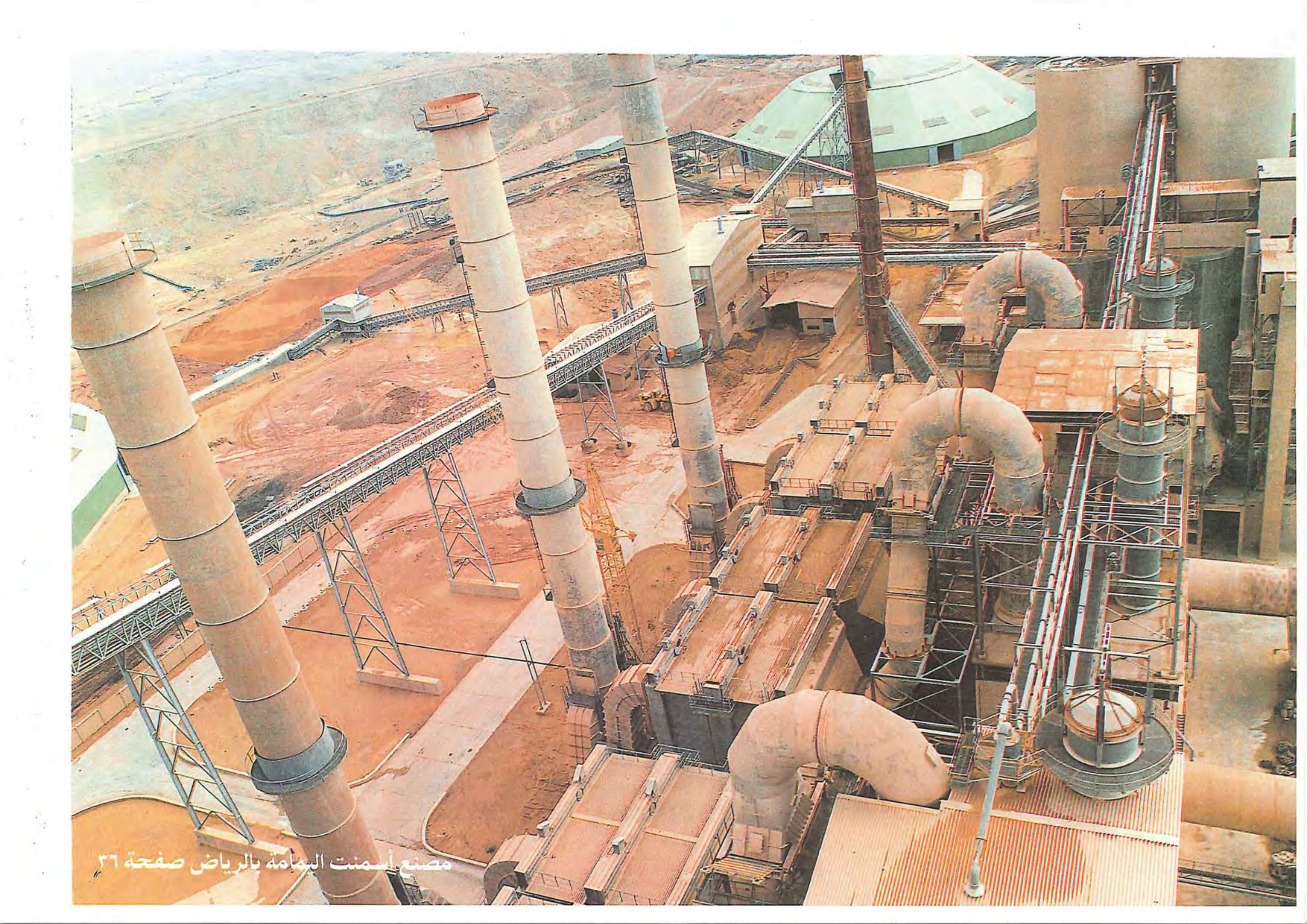
في

العدد المقبل

الصناعات غير العضوية







مصنع أسمنت اليمامة بالرياض صفحة ٣٦



مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة الحادية عشر • العدد الحادي والأربعون • محرم ١٤١٨ هـ/ يونيو ١٩٩٧م.

الصناعات غير العضوية

(الجزء الثاني)

- الألياف
- الكبريت
- الأصباغ

ملحق خاص بالعلوم والتقنية

بسم الله الرحمن الرحيم

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد


الجبس


الألياف


الدهانات

المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

العلوم والتقنية





كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء :

يسر مجلتكم « العلوم والتقنية » وهي تودع عامها العاشر وتستقبل عامها الحادي عشر أن تضع بين أيديكم الجزء الثاني من الصناعات غير العضوية .

قراءنا الأعزاء

جريا على العادة عند تغطية موضوع واحد في أكثر من عدد ، فان أسرة المجلة تحاول - ما أمكن - جعل المقالات المرتبطة ببعضها في عدد واحد ، يدفعها إلى ذلك حرصها على إشباع رغبة القارىء وتعطشه للعلم والمعرفة . سيحمل هذا العدد بين دفتيه المواضيع التالية : الألياف غير العضوية ، الأصباغ غير العضوية ، الدهانات ، الكبريت ، الجبس ، الصناعات النووية .

قراءنا الأعزاء :

بمناسبة إكمال المجلة لعقدها الأول من عمرها المديد بإذن الله تعالى ، ومرور عقدين من الزمن على تأسيس **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** فإنه يسر هيئة التحرير والقائمين عليها أن يضمنوا هذا العدد ملفاً خاصاً عن العلوم والتقنية، مشتملاً على عدد من المواضيع ذات العلاقة بالعلوم والتقنية موضحاً تعريف كل منهما والفرق بينهما ، وطرق نقل التقنية وتنفيذ البحث العلمي ودعمه ودور **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** في ذلك ، كما أفردت موضوعاً يغطي دور التقنيةفي التنمية المستدامة ، إضافة إلى نظرات في مسألة التقنية ، ونظراً لدور المدينة في وضع الخطة الوطنية للعلوم والتقنية فقد خصص مقال لإلقاء الضوء على هذا الموضوع .

إضافة إلى المواضيع الرئيسة والملحق فإن العدد سيشتمل على الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد ، وختاماً نأمل أن نكون قد وفقنا في عرض مادة هذا العدد ، كما نأمل ألا تبخلوا علينا بآرائكم ومقترحاتكم ، فالمجلة منكم وإليكم .

والله من وراء القصد ..

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبد الله الرشيد

د. محمد حسين سعد

أ. محمد ناصر الناصر

أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والاخراج

طارق يوسف

عبد السلام ريان

عرفة السيد العزب



مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تأسست مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالمرسوم الملكي رقم (م / ٦٠) وتاريخ ١٨ /١٢ /١٣٩٧هـ، تحت مسمى « المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا »، وفي ١٢/٥/١٤٠٥ ٢٠هـ صدر المرسوم الملكي رقم (م/٦١) بتغيير اسم المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا إلى « المركز الوطني للعلوم والتقنية » وتكوين هيئة عليا له هي السلطة المهيمنة على شؤونه وتصريف أموره.

يرأس الهيئة العليا للمدينة رئيس مجلس الوزراء خادم الحرمين الشريفين وينوب عنه نائب مجلس الوزراء وعضوية عدد من الوزراء والمختصين.

كما صدر المرسوم الملكي رقم (م / ٨) وتاريخ ١٩ /٤ /١٤٠٦ هـ بتحويل اسم المركز الوطني للعلوم والتقنية إلى « مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ».

أهداف المدينة

تقوم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بدعم وتشجيع البحث العلمي للأغراض التطبيقية، وتنسيق نشاطات مؤسسات ومراكز البحوث العلمية في هذا المجال بما يتناسب مع متطلبات التنمية في المملكة، والتعاون مع الأجهزة المختصة لتحديد الأولويات والسياسات الوطنية في مجال العلوم والتقنية من أجل بناء قاعدة علمية تقنية لخدمة التنمية في المجالات الزراعية والصناعية والتعدينية وغيرها، والعمل على تطوير الكفاءات العلمية الوطنية واستقطاب الكفاءات العالية القادرة للعمل في المدينة لتطوير وتطويع التقنية الحديثة لخدمة التنمية في المملكة، وقد أوكل إلى المدينة مهمة إنشاء البنية الأساس لدعم البحث العلمي في المملكة بما في ذلك برامج المنح البحثية وشبكات الاتصال بين الباحثين، وقواعد المعلومات البحثية، وكذلك القيام ببحوث تطبيقية من خلال معاهد البحوث المختلفة داخل المدينة.

الأنشطة والإنجازات

من أبرز الأنشطة التي تمارسها المدينة والإنجازات التي تحققت ما يلي :-

● دعم البحث العلمي :

تشمل أنشطة دعم البحث العلمي ما يلي : -

*** البرنامج السنوي لمنح البحوث العلمية التطبيقية :** ويتمثل في دعم عدد من الأبحاث التطبيقية في المجالات الهندسية والطبية والزراعية وغيرها، ويتم اختيار المشروعات وفق معايير خاصة محددة، ويتم تنفيذها في الجامعات، ومراكز البحوث بالمملكة، وقد بدأ هذا البرنامج عام ١٣٩٩ هـ، حيث دُعم حتى الآن (تاريخ صدور هذا العدد) ٣٨٥ بحثاً بتكلفة ٣٣٤,٢ مليون ريال، وتمثل المجالات التي دعمت الطب (٢٢,٦٪)، والتلوث (٤,٦٨٪)، والهندسة (٣٤٪)، والثروات الطبيعية (٣,٣٨٪)، والعلوم ٥,٧١٪، ومصادر المياه ٤,١٦٪، والزراعة ٢١,٧٥٪. كما تقوم المدينة بدعم مشروعات البحوث الوطنية من خلال برنامج المنح الوطنية وبناءً على طلب من قطاعات حكومية مختلفة، حيث تهدف هذه البحوث إلى إيجاد حلول علمية لبعض المشكلات التي تواجه تلك القطاعات، وقد بدأ هذا البرنامج عام ١٤٠٢ هـ حيث دُعم خمسة عشر بحثاً وطنياً اشتملت على ٧٩ دراسة بتكلفة ١٠٠,٩ مليون ريال وذلك حتى تاريخه.

ومن هذه المشاريع البحثية الوطنية : سلامة المرور، والتعليم، ودراسة مرض السكر عند السعوديين، وأمراض النخيل، وغير ذلك. حيث كانت نسب الدعم في هذا البرنامج على النحو التالي : الطب (٣٣,٣٪)، والهندسة (٣٣,٣٪)، والزراعة (١٣,٣٪)، والمرور (٦,٦٦٪)، والتعليم (٦,٦٦٪)، ومصادر المياه ٦,٦٦٪. وقد بدأت المدينة في عام ١٤١١ هـ برنامجاً لدعم مشاريع أبحاث طلبة الدراسات العليا في الجامعات السعودية، حيث دُعم ٧٠ بحثاً بتكلفة تقارب ٢,٠٤ مليون ريال، وشملت مجالات الزراعة ٢١,٧٥٪، والتلوث ٤,٢٨٪ والهندسة ١٣,٨٧٪، والطب ١١,٤٣٪ والعلوم ٢١,٥٠٪، والثروات الطبيعية ٣,٢١٪، ومصادر المياه ٢,١٤٪. وفي عا ١٤١٦هـ بدأت المدينة برنامجاً لمنح البحوث الصغيرة، حيث دُعمت ٦٩ دراسة بتكلفة ٥,٤ مليون ريال، وشملت مجالات الزراعة ١٠,٩٪، والهندسة ٢١,٩٪ والطب ٤٠,٥٩٪، ومصادر المياه ٣,١٩٪ العلوم ٢٣,٤٠٪.

*** المعلومات:** تقوم المدينة بتوفير المعلومات والدراسات للباحثين من مختلف مصادرها سواء من خلال الاتصال المباشر بأشهر مراكز المعلومات أو من خلال قواعد معلومات عربية وأجنبية تقوم المدين

بتحديثها باستمرار ، وفي هذا المجال حققت المدينة ما يلي : ـ

ـ الارتباط بعدد من بنوك المعلومات الدولية ، حيث توفر مايزيد على (٤٥٠) قاعدة معلومات في شتى أنواع المعرفة .

ـ توفير مائة قاعدة معلومات في مجال العلوم والتقنية على الأقراص المدمجة ، وقد بلغ عدد الوثائق المخزنة في القاعدة العلمية العربية ٣٢٠٢٩ وثيقة ، والانجليزية ٥٧٩٢٥ وثيقة.

ـ تصميم نظام قواعد المعلومات الوطنية للإدخال والاستخراج .

ـ إنشاء شبكة الخليج الأكاديمية .

ـ إنشاء شبكة الأقراص المدمجة CD-ROM .

ـ وضع البنية الأساسية للإرتباط بشبكة الأنترنت .

ـ إنشاء البنك السعودي للمصطلحات (باسم) حيث بلغ عدد المصطلحات فيه ٣٣٦٥٤٢ مصطلحاً .

* **التوعية العلمية :** تسعى المدينة من خلالها إلى فتح قنوات المعرفة العلمية على المجتمع المحيط من خلال الندوات والنشرات التي من أهمها « مجلة العلوم والتقنية » التي دخلت عامها العاشر وتصدرها الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر وقد صدر منها حتى الآن ٤١ عدداً .

* **براءات الاختراع :** وتعد أنظمة تسجيل وفحص وإصدار براءات الاختراع وتصديقها والإعلان عنها من أهم جوانب نشاط المدينة حيث أنها تكمل عملية دعم البحث العلمي ، وقد تم في هذا المجال منح خمس براءات إختراع ، كما تم إيداع ٤٧٣٥ طلباً لبراءات إختراع والانتهاء من فحص ١٩ طلباً ، وإنشاء مركز وثائقي لبراءات الاختراع يحتوي على ٦,١٦٠,٠٠٠ وثيقة أو طلب براءات إختراع ، وكذلك إصدار العدد الأول من نشرة براءات الاختراع .

* **التعاون الدولي:** ويعد أحد صور نقل التقنية ، حيث ترتبط المدينة بـ ٢٦ إتحاداً ومنظمة ومؤسسة علمية في الكثير من بلدان العالم ، بالاضافة إلى اللجان السعودية المشتركة مع دول العالم المختلفة .

* **نقل التقنية :** وتهدف إلى تطويع وتطوير التقنية لخدمة مختلف نواحي التنمية في المملكة حيث قامت المدينة بالعديد من النشاطات التي تهدف إلى تسهيل نقل التقنية واستيعابها وتوطينها فضلاً عن وضع الأنظمة واللوائح المنظمة مع توفير المعلومات والاحصاءات اللازمة .

* **التطوير الاداري :** ويتم من خلال الابتعاث للدراسات العليا والتدريب المتخصص من أجل تطوير القوى البشرية بالمدينة ، وقد تم ابتعاث ٢٤ موظفاً للحصول على درجتي الماجستير والدكتوراة ، كما تم تدريب ٤٤٦ متدرباً ، وتدريب ٧٥ متدرباً من قطاعات حكومية مختلفة خلال الخطة الخمسية السادسة وحتى الآن .

* **التخطيط والمتابعة :** ويهدف إلى إعداد استراتيجية الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بالتنسيق والتعاون مع الجهات المختصة ، كما تقوم بوضع خطط المدينة ، ومتابعة تنفيذها وذلك بالتنسيق والتعاون مع إدارات ومعاهد المدينة .

* **المشاريع :** تم الانتهاء من المرحلة الأولى من مشروع الإسكان والإنتهاء من مبنى الادارة والمختبرات والصيانة والمرافق الأخرى ، مثل القرية الشمسية ، ومراصد الأهلة ، ومرصد الليزر ، ومن أهم المشاريع المستقبلية مبنى قاعة المحاضرات .

• تنفيذ البحث العلمي

تقوم المدينة باجراء البحوث التطبيقية من خلال معاهدها السبعة للبحوث الموجودة بها ، وتستند هذه المعاهد في تنفيذ أعمالها على خطط ترتكز على إجراء أبحاث تطبيقية في مجالات معينة ينتج عنها نماذج أولية لمنتجات أو خدمات ، وحلول ذات قيمة علمية وعملية عالية لها مردود إقتصادي يمكن للقطاع العام أو الخاص تبنيها ونشرها في المملكة .

وتتمثل أبرز الأنشطة والإنجازات لتلك المعاهد بالتالي :

* **معهد بحوث الطاقة :** بدأ أعماله عام ١٤٠٠ هـ ببرنامج أبحاث الطاقة الشمسية وتطبيق إستخداماتها داخل المملكة والتي تشمل إستخدام الطاقة الشمسية للاضاءة في المناطق النائية ، وإستخدامها في



* بعض الخلايا الشمسية .

تجفيف المحاصيل الزراعية ، وضخ وتحلية المياه ، وتصميم وتصنيع خلايا وقود من مواد متوفرة محلياً لإنتاج الكهرباء عن طريق إستخدام غاز الهيدروجين ، وإصدار أطلس لطاقة الرياح في المملكة ، وإصدار أطلس شمسي للمملكة .

* **معهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية:** بدأ أعماله عام ١٤٠٦ هـ بتنفيذ مشروع لمراقبة نوعية المياه الجوفية المستخدمة للشرب في بعض مناطق المملكة ، ودراسة أثر بعض الملوثات الكيميائية ووضع الحلول لإزالة هذه الملوثات ومن أهم نشاطات المعهد ما يلي : ـ

ـ تطوير حفازات الميثالوسين لتصنيع بوليمرات البولي بروبلين ذات خصائص وصفات محسنة تستخدم في الصناعات النهائية مثل ، مواد التغليف ، والقوارير ، والأواني المنزلية ، وغيرها .

ـ إزالة الكبريت من المشتقات البترولية باستخدام البكتيريا .

ـ تطوير تقنية الأغشية شبه النفاذة لاستخدامها في فصل أنواع الغازات في الصناعات البترولية والبتروكيميائية .

ـ حماية البيئة من المخلفات البترولية والبتروكيميائية .

ـ إنشاء قاعدة معلومات خاصة بالمواد الكيميائية السامة والخطرة .

* **معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء :** بدأ نشاطه العلمي عام ١٣٩٩ هـ ، وذلك بإنشاء مراصد للأهلة في كل من مكة المكرمة ، ومنطقة حائل ، وحالة عمار ، والوجه ، والجميرة بمنطقة النماص ، والحريق بمنطقة الرياض ، وفي عام ١٤١١هـ ألحق بالمعهد نشاط البحث في مجال الجيوفيزياء حيث استكمل إنشاء المرصد السعودي للمراقبة بالليزر لدراسة


* المرصد السعودي للمراقبة بالليزر .

تحركات القشرة الأرضية وما قد يترتب عليها من زلازل وكوارث ، كما يتم الآن إستكمال الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي ، حيث تم إنشاء ١١ محطة رصد في كل من منطقة تبوك ، وجيزان ، بالاضافة إلى محطة الرياض ، وفضلاً عن ذلك يقوم المعهد ببناء قاعدة معلومات زلزالية لشبه الجزيرة العربية .

* **معهد بحوث الالكترونيات والحاسبات:** بدأ أعماله عام ١٤١٢ هـ بهدف تطوير برمجيات عربية وثنائية اللغة والعمل على تطوير نماذج أساس من تصاميم أجهزة الحاسب المختلفة ، مثل أجهزة التخزين ، الأجهزة السمعية والبصرية ، وأجهزة الفحص الآلي ، والألواح الالكترونية ، وقد أصدر المعهد برنامج « المعرب » لتعريب


* داخل معهد بحوث الالكترونيات والحاسبات .

الحاسبات الشخصية ، كما طور نموذجاً معملياً لجهاز ناطق باللغة العربية سمي « اللوح الناطق » وقام المعهد كذلك بدراسات حول أمن المعلومات بالتعاون مع وزارة الداخلية ، كما قام بايجاد نظام آلي للتعرف على البصمة الصوتية لحشرة سوسة النخيل .

* **معهد بحوث الطاقة الذرية:** بدأ أعماله عام ١٤٠٨ هـ بوضع الأنظمة والشروط اللازمة للتعامل مع المواد المشعة في كافة الحقول التي تستخدم فيها في داخل المملكة ، ومن أهمها عمليات الاستيراد ، والنقل ، والتخلص من النفايات المشعة . ومن أبرز نشاطات المعهد في هذا المجال ما يلي : -

- معالجة الأغذية والمحاصيل الزراعية إشعاعياً لتعقيمها أو إطالة فترة تسويقها .
- الكشف على الأغذية الملوثة إشعاعياً .
- قياس غاز الرادون في المملكة .
- قياس الخلفية الإشعاعية في المملكة .
- تطوير الإطار التنفيذي للحماية من الإشعاع في المملكة والتدريب على حالات الطوارىء .
- إنشاء شبكة لقياس الحالات الاشعاعية (١٩ موقعاً في مناطق متفرقة من المملكة) .

* **معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية:** بدأ نشاطه عام ١٤٠١هـ ، ومن أبرز ما تم في هذا المجال التالي : -

- استزراع وتربية الاسماك في المياه العذبة في المملكة ، ويتركز في الإكثار من أسماك البلطي والشبوط ، والسلور الإفريقي ، وربيان المياه العذبة ، حيث توزع يرقاتها على مزارع الأسماك في المملكة مع تقديم الخدمات الفنية لمزارعي الأسماك من خلال محطتي التجارب في كل من الرياض والقصيم .


* جانب من محطة بحوث المزاحمية .

- إجراء الدراسات في مجال تكاثر الأسماك وأمراضها وتقديم الاستشارات في هذا المجال .
- إجراء الدراسات في مجالات المياه والتلوث والبيئات الطبيعية (محمية محازة الصيد ، وادي حنيفة ، روضة خريم) .
- تقديم العديد من الاستشارات في مجال بحوث التربة والنباتات .


* داخل المركز السعودي للأستشعار عن بعد .

* **معهد بحوث الفضاء** بدأ نشاطه عام ١٤٠٧هـ ، حيث يعد المركز السعودي للاستشعار عن بعد - بدأ أعماله في عام ١٤٠٩ هـ - النواة الأولى لهذا المعهد ، ويقوم المركز بامداد الجهات الحكومية والخاصة بالمعلومات التي يستقبلها من التوابع الصناعية بعد معالجتها وإنتاجها على شكل أشرطة أو صور لمساعدة تلك الجهات في أعمالها ومشروعاتها في مختلف المجالات مثل الزراعة والجيوفيزياء وتخطيط المدن ودراسة الكوارث البيئية وعمل الخرائط وغيرها . ومن أهم ما تم القيام به في مجال الاستشعار عن بعد بالمدينة ما يلي : -

- تسجيل ٢٣٦٠٠٠ صورة فضائية .
- إمداد الجهات الحكومية والخاصة بـ ٧٥٠٠ صورة فضائية .
- المشاركة في إعداد الأطلس الوطني الفضائي مع وزارة التعليم العالي والمساحة العسكرية بوزارة الدفاع والطيران .
- تنفيذ مشروع أنظمة البحث والانقاذ لمصلحة الطيران المدني .
- إنجاز دراسات حول الثروة السمكية في البحر الأحمر .
- التلوث البيئي .
- دراسات إستكشافية للثروة المعدنية في غرب المملكة بالتعاون مع وزارة البترول والثروة المعدنية .

* **مركز الأجهزة العلمية :** بدأ عام ١٤١٦هـ بغرض تصميم وتصنيع ومعايرة وصيانة المختبرات والأجهزة العلمية المتخصصة الموجودة في معاهد وإدارات المدينة .

الأصباغ غير العضوية

د. جمال خالد الرفاعي

استخدمت كلمة صبغ (Pigment) في أواخر العصور الوسطى للدلالة على خلاصات النباتات والخضروات، خاصة تلك المستخدمة في التلوين، في حين تعبر هذه الكلمة حديثاً عن أي مادة تتميز بقدرتها على التلوين، وتتألف من حبيبات دقيقة لا تذوب في مادة الطلاء بل تختلط بها ميكانيكياً وتترسب على الجسم المطلي عندما يجف الطلاء. وتصنف الأصباغ بصفة عامة حسب تركيبها إلى نوعين هما الأصباغ العضوية، والأصباغ غير العضوية، وسيتناول هذا المقال الأصباغ غير العضوية.

عُرفت الأصباغ غير العضوية الطبيعية منذ آلاف السنين، حيث دهنت الكهوف القديمة بأصباغ تم استخلاصها من الفحم النباتي، والمَغْرَة (دهان أصفر قوامه أكسيد الحديد المائي الطبيعي)، وبُني المنجنيز، كما دُهنت الأواني الفخارية بأصباغ حمراء وبنفسجية وسوداء تم الحصول عليها من حرق المَغْرَة مع خلائط خامات المنجنيز.

وبدأت صناعة الأصباغ غير العضوية (مثل أزرق برلين، وأزرق الكوبالت، وأخضر تشيلي، وأصفر الكروم) في القرن الثامن عشر، إلا أنها تزايدت بصورة ملحوظة في القرن العشرين، وتم إنتاج عدة أنواع منها مختلفة الألوان والتركيب، جدول (١). وتصنف الأصباغ غير العضوية بطرق عديدة، أهمها وأكثرها انتشاراً تصنيفها حسب لونها وتركيبها الكيميائي إلى نوعين هما الأصباغ البيضاء، والأصباغ الملونة، وذلك على النحو التالي:

الأصباغ البيضاء

تتميز الأصباغ البيضاء بصفة عامة بثباتها الكيميائي، وشفافيتها للضوء المرئي أي أنها تعمل على بعثرة الجزء الأكبر من الضوء الساقط عليها دون تغير في تكوينه الطيفي. تشتمل الأصباغ البيضاء على عدة أنواع أهمها ما يلي:

● ثنائي أكسيد التيتانيوم

يوجد صبغ ثنائي أكسيد التيتانيوم (TiO_2) بصفة أساس في صورتين هما:

- **فلزات طبيعية**: مثل الروتيل (Rutile)، والأنتاز (Anatase)، والبروكيت (Brookite)، والإلمنيت (Ilmenite)، واللوكوكسين (Leucoxene). ويعد فلزي الإلمنيت والروتيل ذوا أهمية إقتصادية كبيرة حيث يستخدم حوالي ٩٥٪ من إنتاجه العالمي في إنتاج أصباغ (TiO_2).
- **مواد اصطناعية**: مثل خبث التيتانيوم والروتيل.

* **طرق التحضير**: تتم صناعياً بطريقتين هما: -

- **طريقة الكبريتات**: وتتلخص في عدة مراحل، شكل (١)، يمكن توضيحها على النحو التالي:

١ـ **طحن المادة الخام**: وفيه تجفف المواد الخام ـ الطبيعية أو الاصطناعية ـ الحاوية على التيتانيوم، وتطحن للحصول على حبيبات دقيقة يصل قطرها إلى حوالي ٤٠ ميكروميتر، كما ينزع الحديد الشائب من خبث التيتانيوم بطريقة مغناطيسية(c)، وذلك لمنع تولد الهيدروجين عند إضافة حامض الكبريت المركز خلال عملية التهضيم.

٢ ـ **التهضيم**: يتم في صهريج (f) تخلط فيه المواد الخام المطحونة مع حامض الكبريت المركز (٨٠٪ إلى ٩٨٪)، مع رفع درجة حرارة الخليط إلى ١٧٠ – ٢٢٠°م لفترة تتراوح بين ١ إلى ١٢ساعة، حتى تصبح المواد الحاوية على التيتانيوم (الكعكة) قابلة للذوبان قدر الامكان.

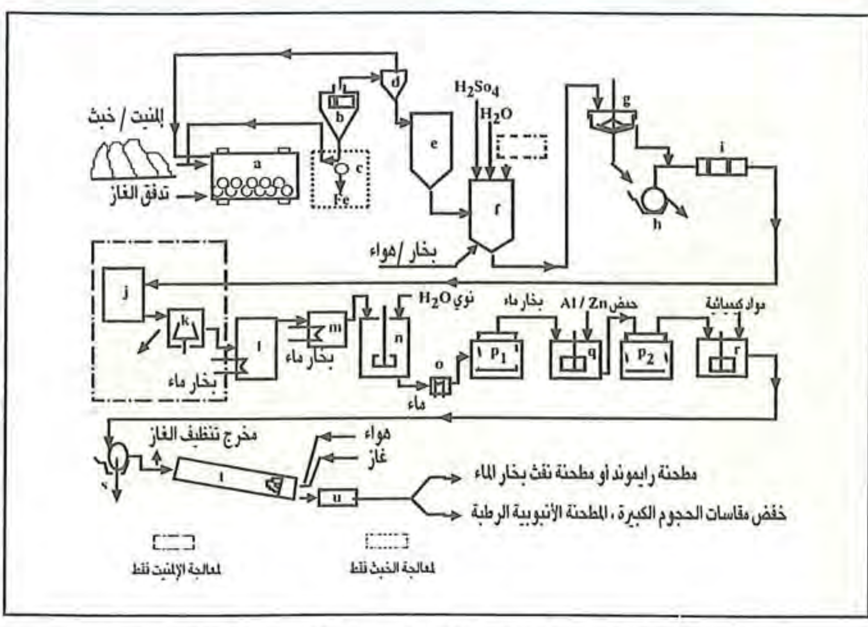
٣ ـ **الإذابة والإرجاع**: وتتم بإذابة الكعكة الناتجة عن عملية التهضيم في ماء بارد أو حامض ممدد. فيتحلمأ الحديد الثلاثي في نفس الوقت مع مركبات التيتانيوم، كما يتم إرجاع كل Fe^{3+} إلى Fe^{2+} بوساطة حديد النفايات خلال إذابة منتج الإلمنيت.

٤ ـ **الترويق**: ويتم فيه نزع المواد غير الذائبة من المحلول بترسيب أولي في مُغَلِّظ (Thickner) (g)، ثم فصل الراسب في مرشح (h)، وتؤخذ الرشاحة والمادة الطافية إلى مكابس ترشيح (i) لنزع دقائق الخام.

٥ ـ **البلورة**: وفيها يبرد المحلول تحت الضغط المخفف (j) حيث يتم بلورة كبريتات الحديد الثنائي المائية ($FeSO_4.7H_2O$)، وفصلها بالترشيح (k)، وذلك لتقليل كمية

الصبغ	استهلاكه في الصناعة (٪)
ثنائي أكسيد التيتانيوم	٦٩٪
أكاسيد الحديد الاصطناعية	١١٪
أصباغ أسود الكربون	٩٪
ليثوبون (صبغ أبيض)	٥٪
الكرومات	٣٪
أكسيد الزنك	١٪
أكسيد الكروم	<١٪
أصباغ أكاسيد معدنية مختلطة	<١٪
مواد أخرى	<٢٪

* جدول (١) أهم أنواع الأصباغ ونسبة (٪) استهلاكها في الصناعة.



* شكل (١) مخطط مبسط لصناعة ثنائي أكسيد التيتانيوم بطريقة الكبريتات.

كبريتات الحديد ($FeSO_4$) الخارجة من نفاية الحامض.

٦ ـ **الحلمأة :** وينتج عنها ترسب ماءات أكسيد التيتانيوم من المحلول عند درجة حرارة تتراوح بين ٩٤-١١٠°م في صهاريج مبطنة بالطوب ومزودة بخلاطات (n) يُمرَّر فيها بخار الماء.

٧ ـ **التنقية :** تُرشح ماءات أكسيد التيتانيوم المعلقة في الطور السائل (p_1)، وتغسل بالماء أو بحامض ممدد، وتزال معظم الشوائب المتميزة عليها بالإرجاع (قَصْر) باستخدام مسحوق الزنك أو الألمنيوم (q). ثم تجرى لماءات الأكسيد المترسبة، عملية ترشيح وغسيل مرة ثانية (P_2) لإجراء عملة قصر ثانية باستخدام عوامل إرجاع قوية مثل ($HOCH_2 - SO_2Na$).

٨ ـ **معالجة الماءات :** وتتم للحصول على أصناف خاصة مميزة من الأصباغ، وذلك بمعالجة الماءات بمركبات فلز قلوي وحامض الفوسفور (< ١٪).

٩ ـ **التكليس :** وتتم على ثلاثة خطوات هي ترشح الماءات المعالجة (s) لنزع الماء، وتكليس كعكة الترشيح في أفران دوَّارة (t)، وتبريد نواتج الاحتراق بالهواء (u).

١٠ ـ **طحن المنتج النهائي :** يطحن منتج الاحتراق (TiO_2) إلى درجات نعومة معينة حسب نوع الصبغ المطلوب.

ـ طريقة الكلوريد (Chloride Process):

وتتم على أربعة مراحل، (شكل ٢)، هي :-

١ ـ **الكلورة :** تتم في مفاعل طبقة فوَّارة مبطن بالآجر (c) عند درجة حرارة تتراوح بين ٨٠٠° إلى ١٢٠٠°م في وجود عامل مختزل (كوك البترول المكلس)، حيث يتحول التيتانيوم الموجود في المادة إلى رباعي كلوريد التيتانيوم ($TiCl_4$) وفقاً للمعادلة التالية :

$$TiO_2 + 2Cl_2 + C \longrightarrow TiCl_4 + CO_2$$

وتتشكل كلوريدات أخرى مرافقة لكلوريد التيتانيوم مثل كلوريدات المغنسيوم والكالسيوم والفاناديوم وكلوريدات لمواد متبقية في المادة الخام.

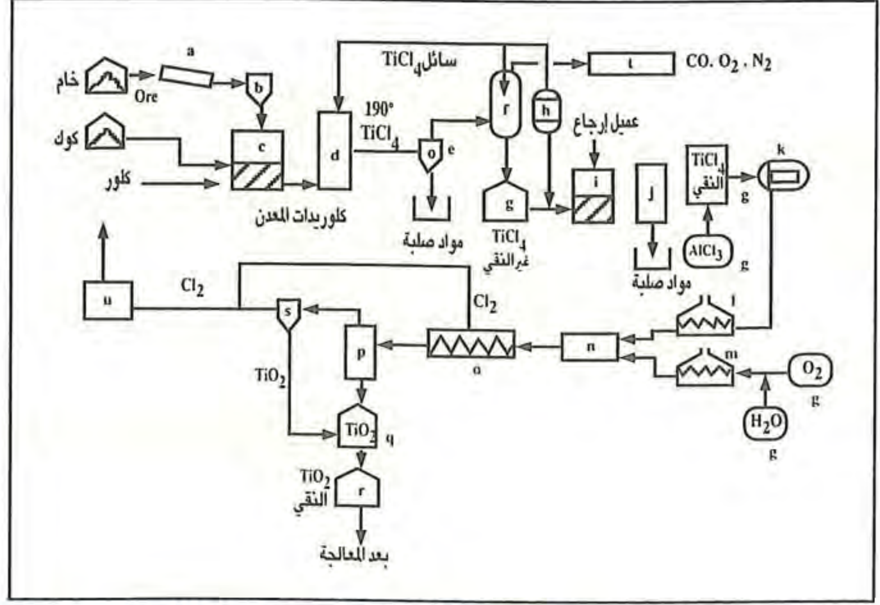
٢ ـ **تبريد غازات التفاعل:** وتتم بوساطة رباعي كلوريد التيتانيوم ($TiCl_4$) السائل (d) إلى أقل من ٣٠٠°م، وتفصل الكلوريدات المرافقة عن ($TiCl_4$) بالتكاثف أو التسامي (e)، ثم يبرد غاز ($TiCl_4$) إلى درجة حرارة تقل عن صفر مئوية حيث يتكثف معظمه (f).

٣ ـ **تنقية $TiCl_4$:** وتتم بتبخيره عند درجة حرارة الغرفة (J)، مع فصل كلوريدات الفاناديوم (VCl_3 و VCl_4) بإرجاعها إلى كلوريدات فاناديوم صلبة باستخدام عوامل مختزلة مثل النحاس، كما تجرى عملية تبخير أخرى في (j) لزيادة نقاوة ($TiCl_4$).

٤ ـ **حرق ($TiCl_4$) واسترجاع TiO_2 :** يُبخر ($TiCl_4$) المنقى في (k)، ويسخن البخار بصورة غير مباشرة إلى ٥٠٠ ـ ١٠٠٠°م في (l)، ثم يحرق $TiCl_4$ مع الأكسجين عند ٩٠٠ ـ ١٤٠٠°م في (n) ليتشكل صبغ TiO_2 وفقاً للمعادلة التالية :

$$TiCl_4 + O_2 \longrightarrow TiO_2 + 2Cl_2$$

يتم تسخين الأكسجين المستخدم في (m) إلى ما يزيد عن ١٠٠٠°م ويخلط مع $TiCl_4$ الساخن في المفاعل لزيادة سرعة التفاعل. ويبرد الصبغ بسرعة كبيرة إلى أقل من ٦٠٠°م في وحدة التبريد (o)، ويرشح الغاز الحاوي على الصبغ في (P)



* شكل (٢) مخطط مبسط لصناعة ثاني أكسيد التيتانيوم بطريقة الكلوريد.

.يعاد الغاز لمنطقة التبريد (O) ثم يؤخذ إلى .حدة تسييل (u) ويعاد من جديد لعملية كلورة .

: الاستخدامات : وتتمثل في عدة أغراض سناعية منها مايلي : ـ

.صناعة الدهانات والطلاءات وأحبار طباعة .

.تلوين رقائق التغليف البلاستيكية لإخفاء لسلع المحتواة بداخلها ، ولإمكانية الطباعة عليها ، ووقاية المواد المغلفة من الإشعاعات ضارة التي تقلل من عمر الأغذية لحفوظة .

.كمادة مضافة في صناعة الورق لإزالة شفافيته ورفع جودته .

.الطلاء الزجاجي ، وصباغة الألياف لاصطناعية ، وتلوين المطاط ، وفي مواد صابون ومساحيق التجميل ومعاجين لأسنان .

• كبريتيد الزنك

ستخدم أصباغ كبريتيد الزنك (ZnS) في سناعة الدهانات الخارجية لمنع مهاجمة لفطريات والطحالب ، حيث تتميز هذه لأصباغ بقدرتها على إبادة تلك الكائنات ، كما تتميز أيضاً بثبات حراري حتى درجة ـرارة ٥٥٠ْم في وجود الهواء ، و انخفاض صلابتها ، ويوجد منها نوعان ما : ـ

* **الليثوبون (Lithopone)** : ويتم إنتاجه عمليتي ترسيب وتكليس (Calcination) زيج من كبريتيد الزنك وكبريتات الباريوم BaSO4) ، مع ملاحظة أنه يمكن التحكم ي نسب مكونات الراسب الأبيض الناتج ن التفاعل بتغيير النسب الجزيئية للمواد لداخلة في التفاعل وذلك وفقاً للتفاعليين لتاليين :

$$Zn\,SO_4 + BaS \longrightarrow ZnS + BaSO_4 \quad ($$

كبريتات الزنك — كبريتيد الباريوم — كبريتيد الزنك — ريتات الباريوم

$$Zn\,SO_4 + 3ZnCl_2 + 4BaS \longrightarrow 4\,ZnS + BaSO_4 + 3BaCl_2 \quad ($$

حيث يحتوي ناتج التفاعل في المعادلة ١) على ٢٩,٤٪ وزناً من (ZnS) و٧٠,٦٪ زناً من ($BaSO_4$) ، بينما يحتوي الناتج ـي المعادلة (٢) على ٦٢,٥٪ وزناً من ZnS) و ٣٧,٥٪ وزناً من ($BaSO_4$) .

تستخدم أصباغ الليثوبون في صناعة ـواد الطلاء والمواد البلاستيكية ، والمواد المالئة والدهانات الاستحلابية حيث تضفي هذه الأصباغ على المواد البلاستيكية خصائص بثق ممتازة ، كما أنها تتمتع بخصائص ترطيب وبعثرة جيدة للضوء .

* **الساكوتوليث (Sachotolith)** : ويتم إنتاجه بطريقة مماثلة لإنتاج الليثوبون ، حيث يخلط محلول كبريتيد الصوديوم مع محلول ملح زنك معالج بالكوبالت تحت ظروف محكمة ، ثم يكلس كبريتيد الزنك الناتج ، ويُصنَّع للحصول على صبغ الساكوتوليث .

تستخدم أصباغ الساكوتوليث بصفة خاصة في تلوين الكثير من لدائن التلدن الحراري وذلك لتجنب فعل السحج الذي تسببه المواد الملونة الأخرى على مكائن الإنتاج ، كما أنها تستخدم صبغاً أبيضاً للشحوم والزيوت .

• أكسيد الزنك

يسمى أكسيد الزنك أيضاً أبيض الزنك أو الأبيض الصيني أو زهر الزنك ، وهو عبارة عن مسحوق ناعم أبيض اللون يتحول إلى اللون الأصفر عند تسخينه إلى ٣٠٠ْ م . وقد قدر الانتاج العالمي لأكسيد الزنك عام ١٩٩٠م بحوالي ٥٠٠,٠٠٠ طن مشكلاً بذلك ١٠٪ من الانتاج العالمي للزنك .

يتم إنتاج أكسيد الزنك بطريقتين أساسيتين هما :

* **طريقة غير مباشرة** : وتعد الطريقة الأساس لصناعة أكسيد الزنك حيث أنها تشكل حوالي ٨٠ – ٨٥٪ من الإنتاج العالمي له ، وتتم بتسخين الزنك حتى الغليان في أفران متنوعة حسب المواد الخام المستخدمة ، ثم أكسدة بخار الزنك في الهواء وفقاً للمعادلة التالية :

$$Zn + 1/2O_2 \longrightarrow ZnO$$

* **طريقة مباشرة** : وتساهم بإنتاج حوالي ١٠٪ إلى ٢٠٪ من الإنتاج العالمي لأكسيد الزنك ، ويتم فيها تسخين المواد الحاوية على أكسيد الزنك مع عامل مختزل (مثل الفحم) إلى درجة حرارة مرتفعة تتراوح بين ١٠٠٠ْ م إلى ١٢٠٠ْ م في أفران دوَّارة حيث تجري التفاعلات التالية:

$$ZnO + C \rightleftharpoons Zn + CO$$

$$ZnO + CO \rightleftharpoons Zn + CO_2$$

$$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$$

$$CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$$

وحينئذ يتأكسد بخار الزنك الناتج فوق سرير التفاعل أو عند مخرج الفرن مشكلاً أكسيد الزنك .

يستخدم أكسيد الزنك في صناعة الدهانات الخارجية لحفظ الأخشاب ، وفي الدهانات المقاومة للتآكل ، وفي مجالي صناعة الزجاج والخزف .

الأصباغ الملونة

تتشكل الأصباغ الملونة إما على هيئة أكاسيد وهيدروكسيدات مثل أكسيد الحديد وأكسيد الكروم وأكسيد الفلز المختلط ، وإما على هيئة مركبات الكادميوم والبزموت وغيرها . وتعد عناصر اللانثانيدات (Lanthanides) ، والعناصر الانتقالية (Transitional Elements) هي المسؤولة عن لون الصبغ ، كما تتميز بعض أكاسيد الفلزات بصفات لونية هامة بسبب خصائصها الضوئية ، بالإضافة إلى رخص ثمنها وسهولة الحصول عليها . ومن أهم أنواع الأصباغ الملونة ما يلي :

• أكسيد الحديد

تتميز أصباغ أكسيد الحديد بثباتها الكيميائي ، وكثرة الألوان التي توفرها ، ورخص ثمنها ، وانعدام سميتها حيث يمكن استخدام النقي منها في تلوين المنتجات الغذائية والصيدلانية . تتألف أصباغ أكسيد الحديد من عدة مركبات هي الجيوثايت (α - FeOOH) ، والليبيدوكروسيت (γ - FeOOH) ، والهيماتيت (α - Fe_2O_3) ، والماجهيميت (γ - Fe_2O_3) ، والحجر المغناطيسي أو الماجنيتيت (Fe_3O_4) .

تنقسم أصباغ أكسيد الحديد ـ حسب طريقة الحصول عليها ـ إلى نوعين هما :

* **طبيعية** : توجد على هيئة مركبات مختلفة الألوان منها الهيماتيت (أحمر) ، والجيوثايت (أصفر) ، وأتربة بنية (غنية بأكاسيد الحديد والمنجنيز) ، وتَرْسينات (Siennas) وهي صبغ ترابي يحتوي على ٥٠٪ أكسيد حديد ويصبح لونه بنياً بالتحميص .

تستخدم أصباغ أكسيد الحديد الطبيعية غالباً في طلاءات السفن، وفي تلوين الأسمنت، والمجوهرات الاصطناعية، وورق الجدران، كما تستخدم أصباغ المغرة والترسينة في إنتاج أقلام الطباشير وأقلام الشمع المستخدمة في الرسم.

* **اصطناعية**: وتكمن أهميتها - مقارنة بالأصباغ الطبيعية - في نقاوة تدرجها اللوني، وقوة تلوينها، وخصائصها الثابتة. وتوجد عدة طرق لإنتاج أصباغ أكسيد الحديد الصناعية أهمها ما يلي:

- تفاعلات الحالة الصلبة لمركبات الحديد: ويحصل منها على أصباغ متنوعة منها:

١- الأصباغ الحمراء: وتنتج عن تكليس أكاسيد الحديد السوداء في جو مؤكسد، وفقاً للمعادلة التالية:

$$2Fe_3O_4 + 1/2O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$$

ماجنيتيت ← هيماتيت أحمر

٢- أصباغ أحمر كبريتات الحديدوز: وتنتج عن التفكك الحراري لكبريتات الحديد المائية، وفقاً للمتفاعلين التاليين:

$$6FeSO_4 \cdot x\,H_2O + 3/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 2Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

(كبريتات الحديدوز المائية)

$$2Fe(SO_4)_3 \xrightarrow{\text{تفكك حراري}} 2Fe_2O_3 + 6SO_3$$

كبريتات الحديد ← هيماتيت أحمر + ثالث أكسيد الكبريت

٣- أصباغ بنية متجانسة: وتنتج من تكليس الجيوثايت (α-FeOOH) مع كميات ضئيلة من مركبات المنجنيز وفقاً للتفاعل التالي:

$$3Fe_3O_4 + Fe_2O_3 + MnO_2 + 1/2O_2 \longrightarrow (Fe_{11}Mn)O_{18}$$

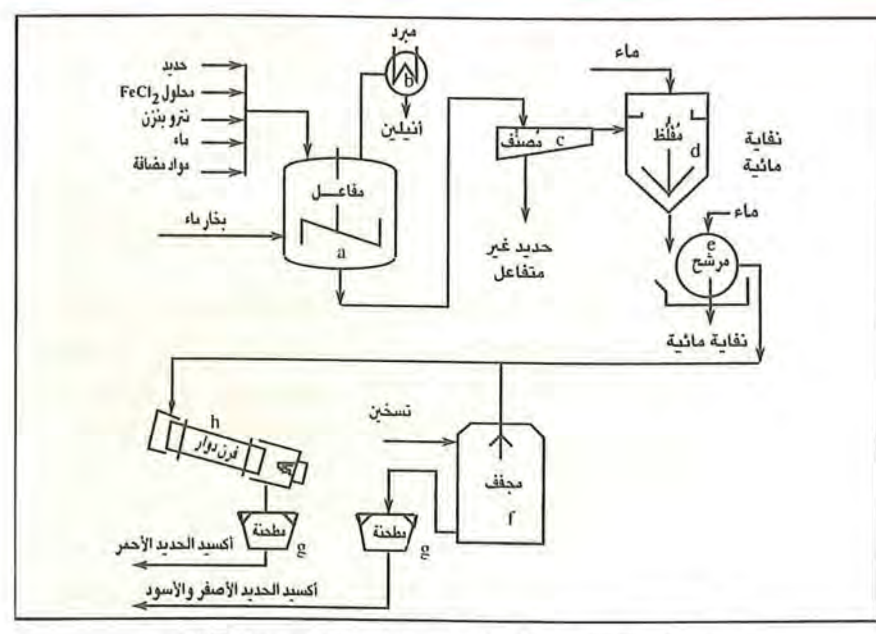
صبغ بني اللون

- طريقة الترسيب: ويحضر منها كل أشكال أصباغ هيدروكسيد أكسيد الحديد وذلك بترسيبها من المحاليل المائية لأملاح الحديد باستخدام مواد قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو النشادر في أوعية تفاعل مفتوحة حيث يتم أكسدتها بالهواء، ومن أمثلة ذلك التفاعلين التاليين:

$$2FeSO_4 + 1/2O_2 + 4NaOH \longrightarrow Fe_2O_3 + 2Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2FeSO_4 + 1/2O_2 + 4NaOH \longrightarrow 2\alpha\text{-}FeOOH + 2Na_2SO_4 + H_2O$$

(جيوثايت أصفر)



* شكل (٣) مخطط مبسط لصناعة أصباغ أكسيد الحديد بطريقة لوكس.

- طريقة لوكس (Laux Processes): وتتم، بإضافة الحديد الخام (حديد خبث أو مشكل بالطرق) مع مركبات نترو العطرية (مثل مركب نتروبنزين) بصورة تدريجية - استخدام وسيلة معايرة - إلى صهريج مزود بخلاط (a)، شكل (٣)، يحتوى على محاليل كلوريد الحديد الثنائي، وكلوريد الألمنيوم وحامض الكبريت، وحامض الفوسفور، مع رفع درجة حرارة التفاعل إلى ١٠٠° م، حيث تقوم مركبات النترو بأكسدة أيونات الحديد الثنائي (Fe^{2+}) إلى (Fe^{3+})، ويتشكل الصبغ، ويتحرر الحامض الذي يقوم مرة أخرى بإذابة كمية إضافية من الحديد المعدني ليشكل أملاح الحديد الثنائي التي تتأكسد بمركب النترو لتكوين الصبغ ... وهكذا.

يتحول مركب النترو إلى أمين (b)، ويتم نزعه بالتقطير بالجرف البخاري، كما ينزع الحديد غير المتفاعل بوساطة طاولات هزازة (c). يغسل الصبغ في صهاريج ترسيب (d) لنزع الأملاح، ويرشح بمرشحات دوّارة (e)، ثم يجفف على سير ناقل بالهواء المضغوط فتتشكل أصباغ صفراء، أو سوداء يتم تكليسها في أفران دوّارة (h) في جو مؤكسد للحصول على أصباغ حمراء أو بنية اللون، يتم طحنها حسب النعومة المطلوبة.

تستخدم طريقة لوكس في الحصول على أنواع كثيرة من أصباغ أكسيد الحديد يمتد مجالها اللوني من الأصفر إلى البني (خلائط من (α - FeOOH) و/أو - α Fe_2O_3 و/أو Fe_3O_4)، ومن الأحمر إلى الأسود وذلك من خلال تغيير شروط التفاعل (نوع المواد المضافة ونسبة تركيزها وسرعة التفاعل)، ومن أمثلة ذلك ما يلي:

$$2Fe + C_6H_5NO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2\alpha\text{-}FeOOH + C_6H_5NH_2$$

(نتروبنزين) (جيوثايت أصفر)

$$9Fe + 4C_6H_5NO_2 + 4H_2O \longrightarrow 3Fe_3O_4 + 4C_6H_5NH_2$$

(ماجنيتيت أسود)

* **الاستخدامات**: وهي عديدة نظراً لقوة تلوين هذه الأصباغ، وثباتها للضوء، ومقاومتها للمواد القلوية. ومن أهم مجالات استخدامها المواد الملونة للبناء، والدهانات والطلاءات، والمواد البلاستيكية والمطاط.

● أكسيد الكروم

تتكون أصباغ أكسيد الكروم من أكسيد الكروم الثلاثي (Cr_2O_3)، وتتميز بلون أخضر زيتوني يمكن أن يتدرج للألوان المائلة للصفرة بزيادة نعومة حبيباته، أو يتدرج للألوان المائلة للزرقة بزيادة خشونة حبيباته. تتميز أصباغ أكسيد الكروم أيضاً بثباتها الجيد حيث أنها لاتذوب في الماء أو الأحماض أو القلويات، كما أنها مقاومة

للضوء ودرجة الحرارة والطقس الخارجي.

* **طرق التحضير:** تتمثل في طريقتين صناعيتين هما :-

- إرجاع ثاني كرومات العناصر القلوية : ويتم ذلك بخلط ثاني كرومات الصوديوم أو البوتاسيوم مع عامل مختزل مثل الكبريت أو الكربون بصورة متجانسة، في فرن مبطن بالطوب الحراري عند درجة حرارة تتراوح بين ٧٥٠°م إلى ٩٠٠°م، وفقاً للتفاعل التالي :

$$Na_2Cr_2O_7 + S \longrightarrow Cr_2O_3 + Na_2SO_4$$

ثاني كرومات الصوديوم — أكسيد الكروم — كبريتات الصوديوم

- إرجاع ثاني كرومات الأمونيوم : وذلك بالتفكك الحراري لثاني كرومات الأمونيوم عند حرارة أعلى من ٢٠٠°م، ثم يكلس الناتج مع إضافة فلز قلوي مثل(Na_2SO_4) للحصول على الصبغ المطلوب وذلك كما يلي :

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{200^\circ C} Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2$$

ثاني كرومات الأمونيوم — اكسيد الكروم الثلاثي

* **الاستخدامات :** وهي عديدة منها صباغة مواد التجميل، واللدائن، والدهانات التي يمكن أن تلامس المواد الغذائية، والدهانات والطلاءات الخضراء عالية الجودة للمتطلبات الخاصة (مثل طلاءات السيارات).

● أكسيد الفلز المختلط

تتميز أصباغ أكسيد الفلز المختلط بتحملها لدرجات الحرارة المرتفعة، وتغيير الطقس، ومقاومتها للأحماض والقواعد، وتعد هذه الأصباغ محاليل صلبة تتشكل من مادتين لهما نفس الصيغة الأساس، وينتج فيها اللون نتيجة دخول كاتيونات مُلوّنة في الشبيكة البلورية لأكسيد الفلز، كما تؤدي الاختلافات في التراكيز النسبية في المحاليل الصلبة إلى التغير المستمر في خصائص هذه الأصباغ.

وتتمثل طريقة تحضير أكسيد الفلز المختلط بصورة عامة في تفاعل مكونات أصباغ أكسيد الفلز المختلط في حالتها الصلبة (أكاسيد أو هيدروكسيدات أو كربونات أو نترات) بعملية التكليس في أفران دوّارة تتراوح درجة حرارتها بين ٨٠٠ إلى ١٤٠٠م، حيث تتشكل الأصباغ التي يتم طحنها حسب الحجم المطلوب، ثم تغسل وتجفف وتخزن للاستعمال.

* **أنواعها :** ويوجد منها عدة أنواع أهمها : أصباغ روتيل (Rutile Pigments) : التي تتكون بإدخال بعض الأكاسيد في الروتيل (TiO_2)، مثل أكسيد النيكل وأكسيد الانتمون للحصول على صبغ أصفر اللون، وأكاسيد الكوبالت والانتمون للحصول على صبغ المَغْرَة أصفر اللون، وأكسيد الكروم - تنجستن للحصول على صبغ بني اللون يستخدم كمادة ملونة للخزف.

تستخدم أصباغ روتيل في طلاء الألمنيوم والفولاذ المستخدم في صناعة البناء، وفي الحاويات، والعربات والآلات.

● أصباغ الكادميوم

تتميز أصباغ الكادميوم بألوان (أصفر، برتقالي، أحمر، أحمر غامق - بوردو) زاهية تستمر لفترات طويلة، وبقوة تلوين متوسطة، كما تتميز بثبات حراري مرتفع، ومقاومة كيميائية للمضافات الأكَّالة، ولتأثير العوامل الجوية.

تعتمد أصباغ الكادميوم في تركيبها على كبريتيد الكادميوم، ويتم التحكم بلون الصبغ بإجراء استبدالات محددة للكاتيونات والأنيونات - الموجودة في الشبيكة البلورية - بعناصر كيميائية مشابهة مثل الزنك والزئبق للكاتيونات والسيلينيوم للأنيونات.

* **أنواعها :** وتشتمل على ثلاثة أصباغ هي :

- أصفر الكادميوم : يتكون من كبريتيد الكادميوم النقي، أو من بلورات مختلطة من كبريتيد الزنك والكادميوم (Cd , Zn)S وذلك باستبدال ثلث الكادميوم بالزنك. يحضر أصفر الكادميوم بتفاعل فلز الكادميوم أو أكسيد الكادميوم أو كربونات الكادميوم مع أحد أملاح الزنك.

- أحمر الكادميوم : عبارة عن سلفوسيلينيد كادميوم(Cd (S,Se يتشكل نتيجة استبدال السلينيوم بالكبريت في الشبيكة البلورية لكبريتيد الكادميوم. ويتدرج لونه من البرتقالي إلى الأحمر الغامق بازدياد محتوى السيلينيوم.

- كبريتيد الكادميوم والزئبق (زُنْجفْر) : ويتم الحصول عليه نتيجة استبدال زئبق ثنائي التكافؤ بجزء من الكادميوم، مع ملاحظة أنه كلما ازدادت نسبة الزئبق تغير لون الصبغ من الأصفر إلى الأحمر الغامق.

* **الاستخدامات :** يستخدم حوالي ٩٠٪ من أصباغ الكادميوم في تلوين المواد البلاستيكية، و٥٪ في تلوين الخزفيات، إلا أن الدراسات أثبتت وجود تأثير مسرطن لها، لذلك وضعت ضوابط على استخدامها بانتظار منعها نهائياً.

● أصباغ البزموت :

يعد صبغ موليبدات فانادات البزموت ($4BiVO_4 \cdot 3Bi_2MoO_6$) أهم أصباغ البزموت تجارياً، ويتميز بلون أصفر مخضر، وبقوة تلوين عالية، وصفاء لوني مرتفع، وبمقاومة جيدة للطقس. ويستخدم في صناعة الألوان الصفراء الزاهية التي تستخدم في الدهانات الصناعية.

ينتج صبغ موليبدات فاندات البزموت على مرحلتين يتم في المرحلة الأولى ترسيب أكاسيد وهيدروكسيدات البزموت والفاناديوم والموليبدنوم على هيئة حبيبات هلامية وذلك كما يلي :

$$Bi(NO_3)_3 + NaVO_3 + Na_2MoO_4 \xrightarrow[NaOH]{\text{محلول}} 2Bi_2O_3 \cdot V_2O_5 \cdot MoO_3 \cdot x\,H_2O + NaNO_3$$

حبيبات هلامية

أما المرحلة الثانية فيتم فيها تكليس الحبيبات الهلامية - بعد غسلها وتجفيفها - عند ٦٠٠°م فتتشكل بلورات كل من فانادات البزموت، وموليبيدات البزموت (Bi_2MoO_6).

● أصباغ الكرومات

تتميز أصباغ الكرومات بألوان زاهية وبقوة تلوين جيدة، وبمقاومة عالية للضوء والمواد الكيميائية ودرجة الحرارة المرتفعة والطقس.

تشتمل أصباغ الكرومات على عدة أنواع منها ما يلي :

* **كرومات الرصاص (أصفر الكروم) :** وهي عبارة عن مجموعة أصباغ تتراوح في تركيبها بين كرومات الرصاص النقية وبين أصباغ مختلطة صيغتها العامة $Pb(Cr,S)\,O_4$، ويتم الحصول عليها من خلط محاليل نترات الرصاص وثاني كرومات الصوديم.

تستخدم أصباغ أصفر الكروم في دهانات السيارات والدهانات الصناعية وفي المواد البلاستيكية.

* **أحمر وبرتقالي الموليبدات :** وهي عبارة عن أصباغ مختلطة صيغتها العامة

$Pb(Cr,Mo,S)\ O_4$ ، تتراوح ألوانها بين الأصفر الليموني الفاتح إلى الألوان الحمراء ، ويعتمد تدرجها اللوني على نسبة المولبيدات (MoO_3) وعلى هيئتها البلورية وحجم حبيباتها .

يتم تحضير أصباغ أحمر وبرتقالي الموليبدات من تفاعل محلول نترات الرصاص مع كل من ثاني كرومات الصوديوم وموليبدات الأمونيوم وحامض الكبريتيك ، ثم يثبت الصبغ الناتج بإضافة سيليكات الصوديوم وكبريتات الألمنيوم إلى المعلق الناتج من التفاعل .

تستخدم أصباغ الموليبدات في الدهانات وفي تلوين اللدائن مثل البولي إيثيلين والبولي ستيرين وغيرها ..

* **أخضر الكروم :** ويتم إنتاجه بالخلط الجاف أو الرطب بين أصفر الكروم $Pb\ (S,Cr)C_4$ وأزرق الحديد .

يستخدم صبغ أخضر الكروم في نفس مجالات استخدام أصباغ أصفر الكروم وأحمر الموليبدات المذكورة أعلاه .

أصباغ اللازورد :

تتركب أصباغ اللازورد (الألترامارين) من شبكة ألمينوسيليكات ثلاثية الأبعاد تحتوي على أيونات صوديوم ومجموعات كبريت أيوني ، صيغتها الكيميائية ($Na_{6.9}\ Al_{5.6}\ Si_{6.4}\ O_{24}\ S_{4.2}$) ، ويحدد تحول اللون من الأزرق إلى البنفسيجي أو القرنفلي درجة أكسدة مجموعات الكبريت .

وتوجد أصباغ اللازورد تجارياً على ثلاثة أشكال هي زرقاء محمرة ، أو بنفسجية ، أو قرنفلية اللون .

تتمتع أصباغ اللازورد بثبات عال للضوء ، كما تتحمل درجات حرارة مرتفعة تصل إلى ٤٠٠ْم بالنسبة للازورد أزرق اللون و٢٢٠ْم للبنفسجي ، و ٢٠٠ْم للقرنفلي ، إلا أنها غير مقاومة للأحماض .

تستخدم أصباغ اللازورد في مجالات واسعة منها صناعة اللدائن ، والدهانات ، ومساحيق الطلاء ، وأحبار الطباعة ، والورق ، والمنظفات ، ومواد التجميل ، والألوان الفنية ، والدمى ، والألياف الاصطناعية ، وفي العمليات النهائية على الجلود .

أزرق الحديد

تتميز أصباغ أزرق الحديد (أزرق برلين أو أزرق باريس) ، بثبات حراري يصل إلى ١٨٠ْم خلال فترة قصيرة ، ومقاومة عالية لتأثير الضوء والطقس ، و الأحماض المخففة والعوامل المؤكسدة . وهي أصباغ غير ذوّابة ، صيغتها الكيميائية ($M^I\ Fe^{II}\ Fe^{III}\ (CN)_6\ .\ H_2O$) حيث تمثل M^I البوتاسيوم أو الصوديوم أو الأمونيوم .

يتم الحصول على أصباغ أزرق الحديد من ترسيب معقدات سيانيد الحديد الثنائي مع محلول مائي لأملاح الحديد الثنائي ، حيث يكون الراسب الناتج عبارة عن سداسي سيانوفرّات الحديدي ذو اللون الأبيض والصيغة الكيميائية العامة ($M^I\ Fe^{II}\ Fe^{III}\ (CN)_6$) ، الذي تتم أكسدته بوساطة حامض كلوريد الهيدروجين وكلورات الصوديوم ليتحول إلى صبغ أزرق الحديد .

تستخدم أصباغ أزرق الحديد بصورة رئيسة في مجال الطباعة ، وفي تصنيع ورق الكربون ، وفي المجال الزراعي لتلوين المبيدات الفطرية عديمة اللون ، وصناعة دهانات السيارات ، وصناعة الورق الأزرق ، وفي المجال الطبي كعامل مطهر للأشخاص المعرضين لتناول مواد مشعة .

أصباغ أسود الكربون

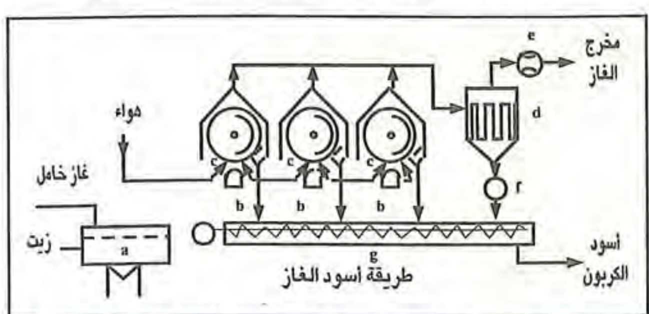
تعد أصباغ أسود الكربون شكلاً من أشكال الكربون الفلزي المنتشرة بصورة كبيرة على هيئة حبيبات دقيقة جداً ، وتحتوي هذه الأصباغ ـ تبعاً لطريقة إنتاجها وللمواد الأولية المستخدمة ـ على هيدروجين وأكسجين وآزوت وكبريت مرتبطة كيميائياً فيما بينها تتراوح نسبة الكربون فيها بصورة عامة بين ٨٠٪ إلى ٩٩,٥٪ .

استخدمت مواد أسود الكربون ـ قد يميل لونها إلى الأزرق أو البني تبعاً لنوعها وخصائصها الضوئية ـ على هيئة صبغ أسود منذ فترة طويلة وذلك لعدة عوامل منها خصائصها الصباغية الممتازة الناتجة عن امتصاصها للضوء المرئي ـ معدل امتصاصها له ٩٩,٨٪ ـ وعدم ذوبانها في المذيبات ، وامتصاصها للأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء ، ولذلك يستخدم بعض أنواع هذه أصباغ كمثبتات ضد الأشعة فوق البنفسجية في المواد البلاستيكية . كما تستخدم أنواع أخرى في صناعات عديدة منها صناعة أحبار الطباعة ، والمواد البلاستيكية الملونة ، والألياف ، والطلاءات ، والورق ، بالاضافة إلى استخدامه مثبتاً مضاداً للأشعة فوق البنفسجية للبولي أوليفينات .

توجد عدة طرق لانتاج أصباغ أسود الكربون من أهمها وأكثرها انتشاراً واستخداماً ما يلي :

* **طريقة أسود الغاز (Gas Black Process) :**
تم تطويرها في ألمانيا في الثلاثينيات من هذا القرن حيث قام **ديجوسا (Degussa)** بوضعها على المستوى الصناعي سنة ١٩٣٥م . وتتم هذه الطريقة بتبخير اللقيم الأوّلي (زيت قطران الفحم الحجري ، أو نفثالين خام ، أو زيت الأنتراسين) جزئياً في مُبخِّر (a) ، شكل (٤) . يُسْحَب الزيت المتبقي بصورة مستمرة ، بينما ينقل بخار الزيت إلى جهاز حارق باللهب (b) باستخدام غاز ناقل قابل للاحتراق (مثل الهيدروجين ، أو غاز فرن الكوك ، أو الميثان) ، ثم يضاف الهواء إلى المزيج (زيت ـ غاز) للحصول على حبيبات ذات حجم صغير جداً من أسود الكربون .

يتوضع نصف حبيبات أسود الكربون المتشكلة على براميل الماء المُبَرَّد (c) حيث تكشط وتنقل إلى نموذج نقل هوائي ، ويجمع أسود الكربون المعلق في الغاز



* شكل (٤) مخطط مبسط يوضح طريقة أسود الغاز .

المتبقي بشفط الأخير بمراوح (e) عبر مرشحات لاقطة لهذه الحبيبات .

يتم تصنيف ورص أسود الكربون الناتج وتحبيبه ، أو ينقل إلى عملية معالجة لاحقة بالأكسدة حسب الاستخدام النهائي له .

* **طريقة أسود الفرن :** تم تطويرها في العشرينيات من هذا القرن ، وتجري في مفاعلات مغلقة يمكن من خلالها التحكم في المواد الداخلة بعناية تبعاً لنوع الصبغ المطلوب .

تتم هذه الطريقة بحقن اللقيم (زيوت بتروكيميائية أو كربوكيميائية ثقيلة من الفحم الحجري) بعد تسخينه إلى ١٥٠ـ٢٥٠ْم ، لترذيذه في المفاعل حيث يسخن الهواء اللازم لاحتراق اللقيم تسخيناً أولياً إلى ٣٠٠ ـ ٦٠٠ْم أو أكثر ثم ترفع درجة الحرارة إلى (١٢٠٠ْ ـ ١٩٠٠ْم) من أجل تحلل اللقيم حرارياً ليشكل صبغ أسود الكربون .

يتم تبريد المزيج التفاعلي بمبادلات حرارية ، ويجمع أسود الكربون من الغاز النهائي باستخدام جهاز تجميع مكون من مخاريط فصل ومرشحات ، ثم ينقى أسود الكربون الناتج على هيئة زغب من الشوائب ويتميز بكثافة كتلية منخفضة جداً (٢٠ـ٦٠جم/ليتر) حيث يتم رصه على هيئة حبيبات ، ويعبأ ويخزن .

* **طريقة أسود المصباح :** تعد أقدم طريقة لإنتاج أسود الكربون على المستوى الصناعي ، وهي طريقة مستمرة جزئياً تستخدم لإنتاج أسود كربون خشن نسبياً (قطر حبيباته = ١٠٠ نانو متر)

تتمثل طريقة أسود المصباح في حرق اللقيم (زيوت حاوية على محتوى هيدروكربوني عطري مرتفع) في أوعية فولاذية منبسطة يصل قطرها إلى ١,٥ متر . يؤخذ الغاز الناتج الحاوي على أسود الكربون إلى أنبوب انطلاق مخروطي مبطن بالخزف يتبعه جهاز تجميع . ينتج الجهاز الواحد منها ١٠٠ كجم/ساعة من أسود الكربون .

توليد ذرات الفرانشيوم

يقع عنصر الفرانشيوم ـ أقل العناصر ثباتاً في العناصر المائة والثلاثة الأولى ـ عند الرقم ٨٧ في الجدول الدوري ، وقد لوحظ وجوده بكميات ضئيلة في ترسبات اليورانيوم ، و أن ذراته تتحلل بسرعة إلي عناصر اخف.

تمكن الباحثون – في الوقت الحاضر – من حجز ذرات الفرانشيوم في إنتفاخ زجاجي (Glass Bulb) بإستخدام حقول مغناطيسية وحزمة ليزر محدد تذبذبها بدقة متناهية مما ساهم في إجراء دراسات تفصيلية للخصائص الذرية لهذا العنصر المشع النادر.

تمكن الباحثون من إنتاج الفرانشيوم ـ ٢١٠ (تحتوي ذراته على ٨٧ بروتوناً ، و ١٢٣ نيوتروناً) بواسطة قذف ذرات الأكسجين ـ ١٨ نحو هدف مصنوع من الذهب المسخن إلى درجة الإنصهار تقريباً. تتحرر النوى من الهدف المكون من الذهب بصورة أيونات توجه كهربائياً على شكل شعاع، تتحول بعد ذلك – بواسطة المعادل – إلى ذرات متعادلة ، ثم ترسل إلى الإنتفاخ الزجاجي لتفقد طاقتها نتيجة للحركة الترددية بين جدران الحاوية المغطاة بطلاء خاص ، كما أن وجود ست حزم من أشعة الليزر ـ طول موجي قدره ٧١٨ نانومتر ـ ومجال مغناطيسي يعملان على التقليل من حركة الذرات، مما يؤدي إلى تجميعها على شكل عنقود في مركز الإنتفاخ الزجاجي (الفخ).

تمكن العالم **اورزوكو** (Orozco) وفريقه من توليد مليون أيون من الفرانشيوم ـ ٢١٠ في الثانية، وحجز ألف ذرة أو اكثر في نفس الوقت داخل الإنتفاخ الزجاجي ، ومع أن الذرات بقيت في الإنتفاخ لمدة عشرين دقيقة قبل أن تتلاشى أو تهرب ، إلا أن السيل المستمر للذرات المتكونة حديثاً حل محل الذرات المفقودة مبقياً على عدد الذرات المحتجزة ثابت تقريباً لمدة دقيقة أو اكثر.

وقد تم إحتجاز كمية كافية من الفرانشيوم ، بحيث تمكنت كاميرا الفيدو من رصد الضوء الصادر منها عند اشعاعها. وقد بدت الذرات ككرات متوهجة بقطر مقداره واحد مليمترتقريباً، وكما يقول **أورزوكو**: إنها المرة الاولى التي يرى فيها الشعاع الصادر من الفرانشيوم.

يشير **سبروس** (Sprouse) إلى أن الباحثين الآن يستطيعون عمل قياسات دقيقة جداً للضوء المنبعث أو الممتص بواسطة الذرات المحتجزة ، وقد اوضحت تلك القياسات النتائج العملية الأولى للتحولات المختلفة بين مستويات الطاقة الذرية في الفرانشيوم، كما دلت على توافق جيد بين القيم التجريبية والحسابية المبنية على النظرية الكمية

تعد هذه المعلومات الفائقة الدقة ضرورية ـ لاحقاً ـ لإكتشاف التأثير الدقيق للقوى النووية الضعيفة على سلوك إرتباط الإليكترونات بالذرة.

---

* المصدر

Science News,Vol 149, May 11, 1996, P 294




الألياف غير العضوية (٢)

د. سليمان حماد الخويطر

تصنف الألياف غير العضوية إلى ألياف يدخل في تصنيعها فلز السليكون وألياف غير سيليكونية تصنع إما من الكربون أو الألمنيوم أو البورون أو الفولاذ أو التنجستن ، ومثلما تم توضيحه في موضوع الألياف السيليكونية ـ تم تناولها في العدد السابق ـ تختلف الألياف غير السيليكونية بعضها عن بعض حسب المادة / المواد الأولية المستخدمة في التصنيع والغرض من صناعتها .

تستخدم الألياف غير السيليكونية لعدة أغراض مثل العزل الحراري ، وتحفيز التفاعلات الكيميائية ، ومقاومة التآكل ، وكمواد ترشيح ، وللتقسية ، وفي صناعة الطائرات والمركبات الفضائية ، وفي صناعة السجاد والألبسة الواقية .

هذا المقال سيتناول كيفية صناعة الألياف غير السيليكونية ، ومجال استخداماتها وذلك كما يلي :

ألياف الكربون

تعتمد صناعة ألياف الكربون على التحلل الحراري لبوليمرات غير قابلة للانصهار أو بوليمرات عضوية يتم تحويلها بدون انصهار في جو خامل إلى كربون .

تعتمد الخواص الميكانيكية لألياف الكربون على بلورية (Crystalization) وبنية الكربون المتشكل اللتان تعتمدان على نوع وتركيب المواد الأولية والتقنية المستخدمة لانتاج تلك الألياف ، وعليه يمكن تصنيف ألياف الكربون حسب تلك الخواص إلى نوعين ، هما :

● ألياف متناحية

الألياف المتناحية (Isotropic) هي ألياف ذات خواص متطابقة في جميع الاتجاهات ، وتتصف بانخفاض بلوريتها ـ لا بلورية في بعض الأحيان ـ وبنيتها التي تشبه ألياف الكربون الزجاجي فضلاً عن خواصها الميكانيكية الضعيفة ، مثل انخفاض القساوة وقوة الشد والمرونة ، مما يجعلها تصلح كألياف عزل ووسط ترشيح وكحاملة للمواد المحفزة ، ومن أمثلة هذا النوع من الألياف ، جدول (١) ، الألياف المصنعة من السيليلوز والصوف القطني والحيواني ـ ألياف الخراف ـ وألياف البولي اكريلونتريك .

● ألياف غير متناحية

الألياف غير المتناحية (Anisotropic) هي ألياف تبدي خواصاً غير متطابقة في الإتجاهات المختلفة ، وهي ألياف عالية التبلر (Crystalization) مما يكسبها خواص ميكانيكية جيدة مثل انتقال الضوء والناقلية الحرارية والكهربائية ودرجة الانضغاط وغيرها ، ولذلك فالألياف غير المتناحية عبارة عن خيوط جرافيت مجدولة تتصف بقوة ربط ومرونة عاليتين ، ومن أمثلة هذا النوع ، جدول (١) ، ألياف البولي

البنية	المواد الأولية	نوع الألياف	قوة الشد (نيوتن/مم٢)	معامل المرونة (نيوتن/مم٢)	الكثافة (جرام/سم٣)
متناحية (Isotropic)	سيليلوز ، صوف قطني، صوف حيواني ، بولي أكريلونتريل	ألياف عزل وألياف كربون نسيجي	٩٠٠ـ١١٠٠	٤٠٠٠٠	١,٥ـ١,٦
غير متناحية (Anisotropic)	بولي أكريلونتريل	ألياف قياسية مقاومة للشد (HT)	٣٥٠٠ـ٣٧٠٠ أو أكثر حتى ٧٢٠٠	٢٤٠٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠٠	١,٧ـ١,٧٥
		ألياف تقوية مرنة (HM)	٢٠٠٠ـ٢٥٠٠	٣٥٠٠٠٠ـ ٥٠٠٠٠٠	١,٨ـ٢,٠
	بتيومين وقطران الفحم	ألياف قياسية	٦٠٠ـ١٠٠٠	٣٠٠٠٠ـ ٢٣١٥٠٠٠	ـ

* جدول (١) بعض صفات أنواع مختلفة من ألياف الكربون .

أكريلونتريل والبيتومين وقطران الفحم .

صناعة ألياف الكربون

تتم صناعة ألياف الكربون بشكل عام بواسطة التحلل الحراري لأنواع ملائمة من البوليمرات العضوية ، وفي حالة تصنيع ألياف التقوية ذات قوة الشد العالية (High Tensile Strength - HT) والمرونة العالية (High Elasticity Modulus - HM) يجب أن تتصف المواد الأولية بالخواص التالية :

ـ غير قابلة للانصهار أثناء التحليل الحراري ، وفي هذه الحالة يمكن استخدام



بعض منتجات الألياف المتناحية.

بوليمرات قابلة للانصهار بعد إخضاعها لمعالجة تجعلها عديمة الانصهار .

ـ ذات مردود مرتفع من الكربون عند التحليل الحراري .

ـ أن تكون بنية الكربون الناتج بعد التحليل الحراري بنية جرافيتية ـ متبلورة ـ ذات نسبة تشوه قليلة بقدر الامكان .

يمكن تصنيع الألياف المتناحية (Isotropic) مثل اللباد والصوف الكربوني بواسطة التحلل الحراري للانسجة العضوية من خلال مرحلتين يتم في المرحلة الأولى تفكك المادة العضوية عند درجة حرارة ٣٠٠°م ـ مرحلة قبل التفحيم ـ بينما يتم في المرحلة الثانية تحلل المادة المتفحمة في غياب الهواء عند درجة حرارة ١٠٠٠°م إلى عنصر الكربون ، وتسمى هذه العملية عملية الكربنة التي ينتج عنها اللباد والصوف الكربوني .

من جانب آخر يمكن تصنيع اللباد والصوف الكربوني من البيتومين وقطران الفحم بصهر وغزل الكربون عند درجة حرارة ٢٥٠ ـ ٤٠٠°م . ثم أكسدتها في الهواء الجوي لإنتاج ألياف غير قابلة للانصهار .



مواد أولية	معالجة تثبيت	درجة حرارة الشوي (°م)	مردود الكربون (٪)
بولي فينيل الكحول	أكسدة بدرجة حرارة ٢٠٠ تحت الضغط الجوي	٢٥٠٠	٢٠
راتنجات فينولية		٩٠٠	٦٥
ريون	O_2 , HCl	١٣٠٠	٣٠
	O_2 , HCl	٢٩٠٠	٢٥
بولي اكريلونتريل أو بوليمرات مشتركة	أكسدة عند درجة حرارة ٢٢٠ ـ ٢٥٠°م	١١٠٠	٦٠
بتيومين وقطران الفحم	أكسدة تحت ضغط جوي أقل من نقطة التلين (Softening Point)	١٥٠٠	٨٠

* جدول (٢) مردود الكربون من التحلل الحراري لمواد مختلفة .

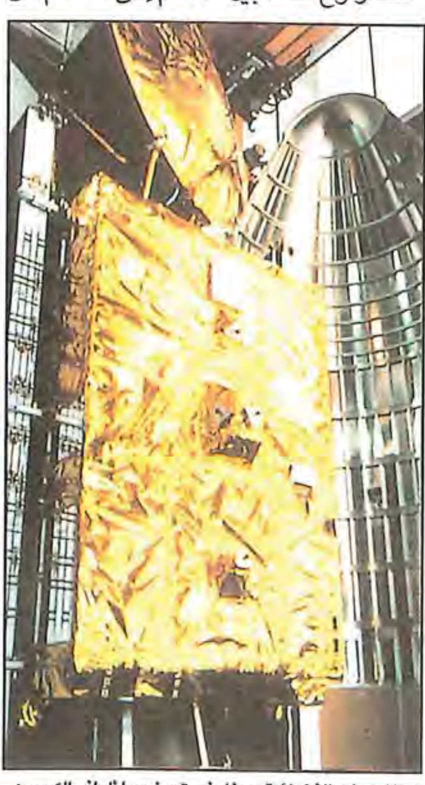
تستخدم الألياف المتناحية ـ اللباد والصوف الكربوني ـ في العزل الحراري عند درجات الحرارة العالية ـ في الأفران مثلا ـ وكحامل للمواد المحفزة في المفاعلات الكيميائية ، كما تساعد مقاومتها للتآكل الكيميائي في استخدامها كمرشحات ، ولتبطين الوحدات الكيميائية لمقاومة التآكل .

تصنع الألياف غير المتناحية (Anisotropic) ـ مثل ألياف الكربون المجدولة ـ بالمعالجة الحرارية للمواد الأولية أو الأليـاف المتناحية وأكسدتها في ظروف معينة ـ تختلف حسب المادة الأولية ـ لتعطي مردوداً من الكربون يمكن استخدامه في صناعة الطائرات الحربية والفضاء وأدوات الرياضة ، وقضبان الصيد ، والتزحلق ، والأحذية ، وسيارات السباق ، وطائرات النقل المدنية ، جدول (٢) . وتختلف طرق صناعة الألياف غير المتناحية حسب المادة الأولية وذلك كما يلي :

* **البتيومين وقطران الفحم :** وتعد الألياف الناجمة عنهما بأنها ألياف متناحية ، ولكنها يمكن أن تخضع لمعالجة خاصة تتمثل في كربنة الألياف المتناحية الناتجة من الأكسدة تحت الضغط الجوي المذكور ، أو الناتجة من مواد خام ملائمة يمكن تحللها حرارياً مثل بولي فينيل كلوريد وبتيومين الزيت الخام أو الفحم عن طريق إذابتها في زيوت عطرية ذات درجات غليان مرتفعة . ويتم التحول إلى ألياف غير متناحية بتسخينها بشكل متتال عند درجات حرارة أعلا من ١٥٠٠°م ، شكل (١)، في جو خامل حتى تتحول إلى ألياف غير متناحية ذات خواص ميكانيكية جيدة مثل درجة المرونة العالية (HM) وقوة الشد العالية (HT).

* **بولي أكريلونتريل :** ويمكن تصنيعها حسب الخطوات التالية :

ـ **التثبيت :** وتجرى عند درجة حرارة تتراوح ما بين ١٨٠°م إلى ٣٠٠°م عن



المركبات الفضائية يدخل في تصنيعها ألياف الكربون



* شكل (١) صناعة ألياف الكربون (HM) من البتيومين وقطران الفحم

طريق الأكسدة أو المعالجة الكيميائية باستخدام أحماض لويس.

ـ الكربنة (Carbonization) : وفيها يتم التفكك الحراري للمادة المثبتة لإنتاج مادة وسطية غير قابلة للانصهار عبارة عن مادة بولي اكريلونتريل ذات قوة شد مرتفعة (HT).

ـ الجرفتة (Graphitization) : وهي عبارة عن معالجة المادة الناتجة عن الكربنة عند درجات حرارة عالية جداً، حيث يتم فيها تبلور الكربون إلى جرافيت لإنتاج كربون متبلور من الاكريلونتريل له درجة مرونة عالية (HM). ويتم بعدها قولبته على شكل خيوط محبوكة بحوالي ٣٢٠ ألف خيط منفرد أو نسيج محبوك أو لباد.

ألياف أكسيد الألمنيوم

تستخدم ألياف الألمنيوم في مجالي التقسية والعزل الحراري وذلك كما يلي:

● ألياف التقسية:

رغم أن هناك عدة أنواع من ألياف أكسيد الألمنيوم التي يمكن استخدامها في مجال التقسية إلا أن أكثر الأنواع استخداماً هي من نوع ألفا أكسيد الألمنيوم (α - Al_2O_3).

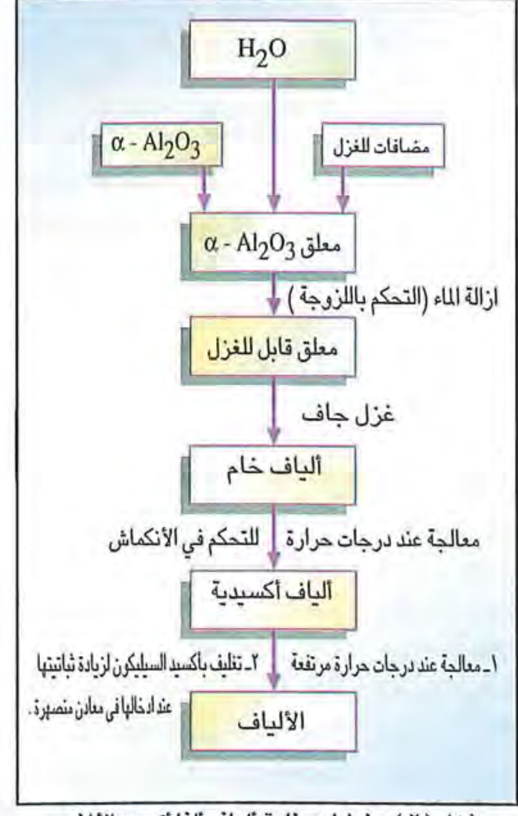
يبين شكل (٢) مخططاً لصناعة ألياف ألفا أكسيد الألمنيوم، حيث يتضح أن الألياف الخام يمكن إنتاجها بغزل الرقائق الناعمة جداً من أكسيد الألمنيوم بمساعدة مواد إضافة، ومن ثم تعليقها وإزالة الماء منها للمساعدة في إزالة لزوجتها ليصبح المعلق قابل للغزل الجاف. يلي ذلك معالجة الألياف الخام عند درجات حرارة منخفضة من أجل التحكم في الانكماش، ثم تصنع على شكل حزم ـ لعدد من الخيوط ـ حوالي ٢١٠ خيوط ـ بمعدل قوة شد ١٣٨٠ نيوتن/مم٢ ومعامل مرونة ٣٧٩٠٠٠ نيوتن/مم٢، بعدها يتم معالجتها عند درجات حرارة عالية ومن ثم تغليفها بأكسيد السيليكون لزيادة ثباتيتها عند إدخالها في معادن منصهرة لتساعد على التبلل لتصل قوة شدها إلى ١٩٠٠نيوتين/مم٢. ورغم جودة الألياف المنتجة بهذه الطريقة إلا أن مساوئها تكمن في أنه عندما يصل قطرها إلى ٢٠ ميكرومتر تكون كثافتها مرتفعة ـ ٣,٩ جرام/سم٣ ـ الأمر الذي يكسبها صفات غير مرغوبة مثل الهشاشة وانخفاض مرونتها وقوة شدها.

● ألياف العزل الحراري

تسمى ألياف أكسيد الألمنيوم المستخدمة في العزل الحراري بألياف سافيل (Saffil)، وهي ألياف تم تصنيعها بوساطة شركة (ICI) على شكل ألياف قصيرة ـ يصل طولها بضع سنتميترات ـ عن طريق النفخ في وسط مائي، ويتم الحصول على المحلول القابل للنفخ أو الغزل من أملاح الألمنيوم المختلفة بإضافة أكسيد السيليكون مع مساعدات غزل تتصف بأوزان جزيئية مرتفعة مثل بولي أكسيد الإيثيلين.

مما يجدر ذكره أن الألياف الخام المنتجة بالنفخ تتفكك بالتسخين عند درجات حرارة عالية، ولكنها عند التبخر تتحول إلى بنية متعددة التبلور (Polycrystalline) من أكسيد الألمنيوم الانتقالي.

تستخدم ألياف سافيل بشكل رئيسي في مجال العزل الحراري عند درجات حرارة عالية تصل إلى ١٦٥٠°م، وتأتي على شكل صفائح ورقية، وصوف، وحصيرة، ولباد، وألواح وأدوات مقولبة، كما يمكن استخدامها في صناعة الحديد والفولاذ، وكبديل عن الآجر للتغليف أو كطبقة مرنة في الأفران، وفي أفران الاختزال عالية الحرارة التي لا يصلح فيها استخدام الألياف السيليكونية. وقد تم في الوقت الحاضر تصنيع ألياف خاصة من ألياف



● شكل (٢) مخطط صناعة ألياف ألفا أكسيد الألمنيوم.

السافيل ـ ألياف (Saffil - RF) ـ تضاهي الألياف الزجاجية لتقسية معادن الالمنيوم والمغنيسيوم ، كما بدأت بعض الشركات اليابانية في صناعة ألياف أكسيد الألمنيوم متعددة التبلور لاستخدامها في العزل الحراري .

ألياف البورون

تستخدم ألياف البورون بشكل رئيس في صنع أجزاء للطائرات والمركبات ، ويفضل تصنيعها عن طريق ترسيبها كيميائياً على ألياف معينة ، ويرجع ذلك إلى أن ألياف البورون سميكة ـ أقطارها من ١٠٠ إلى ١٤٠ ميكرومتر ـ وعالية الكثافة ـ ٢,٦ جم/سم٣ ـ مما يجعلها صعبة التشكل ، يتم ترسيب ألياف البورون ـ معامل مرونتها ٤٠٠ الف نيوتن/مم٢ ـ وقوة شدها ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ نيوتن/مم٢ على ألياف الكربون أو التنجستن في شكل بخار البورون بطريقة كيميائية ، وذلك باختزال كلوريد البورون الثلاثي حسب المعادلة التالية :

$$BCl_3 + 3/2\,H_2 \longrightarrow B + 3HCl$$

يتم التفاعل المذكور في أنبوب يبلغ ارتفاعه حوالي مترين عند درجة حرارة تصل إلى ٣٧٠ْم للتشغيل المستمر ، يمكن زيادتها إلى حوالي ٦٠٠ْم في حالة الحاجة إلى طلاء بسماكة ٢ ـ ٦ ميكرومتر من كربيد البورون كطبقة واقية في حالة الترسيب في ألياف الكربون .

مما يجدر ذكره أنه يجب تسخين الألياف المراد تغليفها بألياف البورون إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ١٢٠٠ ـ ١٣٠٠ْم ليتسنى ترسيب البورون الناتج من تفاعل الاختزال المذكور على تلك الألياف .

الألياف المعدنية

تتصف الألياف المعدنية بعدد من الصفات الممتازة مثل الناقلية للكهرباء والحرارة ، وقوة الشد العالية ، ومعاملات المرونة العالية ، ونقاط الانصهار المرتفعة ، جدول (٣) ، ولكن يعاب عليها ارتفاع كثافتها نسبياً ، ولذلك فانها تصلح فقط لتقسية المواد .

يتم الحصول على الألياف المعدنية بواسطة عمليات آلية تقطع فيها الرقائق وتعدّن فيها المساحيق ثم يتم سحبها على شكل ألياف بواسطة مواد عضوية لاصقة ، وكذلك عن طريق تعدين الألياف غير المعدنية لإذابة الأسلاك المعدنية كيميائياً ، ومن ثم تحويلها إلى ألياف معدنية بسماكة معينة ، وهناك عمليات مختلفة ومتعددة لقولبة الألياف المعدنية إلى ألياف رقيقة هي كما يلي :

• عملية السحب الميكانيكي

يتم في هذه العملية سحب السلك من خلال فتحات أو قوالب أو حلقات تتناقص مساحات مقاطعها على عدة خطوات متتالية حيث يمكن تجنب زيادة هشاشة أو سرعة انكسار الألياف مع تناقص قطرها عن طريق إجراء عملية تصلب بين المعالجات .

• عملية سحب الحزمة

تستخدم عملية سحب الحزمة (Bundle Drawing Process) لتصنيع الألياف المعدنية الرفيعة جداً ، وفيها يتم إدخال الأسلاك في قالب نحاسي قابل للسحب الميكانيكي ، وتصل أقطار الألياف المنتجة بهذه الطريقة إلى أقل من ١٢ ميكرومتر ، حيث وصل في الوقت الحاضر إلى ٠,٥ ميكرومتر .

• عملية غزل المصهور

يتم في عملية غزل المصهور (Melt Spin Process) دفع المصهور من خلال قوالب في قاذف رفيع إلى وسط سائل تزيد فيها سرعة التبريد عن سرعة تفكك المصهور إلى قطرات .

• عملية استخلاص المصهور

تعد هذه العملية الأكثر استخداماً في صناعة الألياف المعدنية ، وفيها يتم الحصول على الليف المعدني ـ بقطر ٤٠ ميكرومتر وطول بضع سنتميترات ـ بوساطة أقراص دوّارة مبردة تقوم بسحب الليف من مصهور المعدن .

• عملية تايلور

تختلف هذه الطريقة عن طريقة غزل المصهور في وجود أنبوب زجاجي يوضع فيه مسحوق المعدن أو مسحوق خليط معدني أو سلك ، ويتم امرار الأنبوب في فرن لصهر محتوياته من المعدن ، ومن ثم يسحب الأنبوب إلى خيوط رفيعة جداً يصل قطرها إلى ميكرومتر واحد على شكل خيوط ليفية تسمى أسلاك تايلور ، ويمكن ترك أو إزالة الغلاف الزجاجي في تلك الألياف حسب الاستخدام .

• استخدامات الألياف المعدنية

تستخدم الألياف المعدنية بوجه عام في تقسية المواد مثل تقسية الخرسانة والمطاط ، كما يمكن استخدامها ـ خاصة الألياف الفولاذية الناتجة من عملية سحب الحزمة ـ كمواد ترشيح ، ومخفضات للصوت . وفضلاً عن ذلك فان من أهم تطبيقات ألياف الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel) صناعة النسيج حيث تدخل في صناعة السجاد والألبسة الواقية بنسبة ٠,٥٪ إلى ٦٪ من الألياف المستخدمة للأغراض المذكورة .

الليف	درجة حرارة الانصهار م	الكثافة جم/سم٣	قوة الشد نيوتن/مم٢	معامل المرونة نيوتن/مم٢	القطر ميكرومتر
فولاذ (حبل العجلات)	١٤٠٠	٧,٨	٢٥٠٠	٢٠٥٠٠٠	١٥٠
فولاذ مقسي (أسلاك تايلر)	١٤٠٠	٨	٢٨٠٠	٢١٠٠٠٠	٧
تنجستن	٣٤٠٠	١٩,٣٠	٤٠٠٠_٣٠٠٠	٤٢٠٠٠٠_٣٥٠٠٠٠	١٢

* جدول (٣) بعض خواص الألياف المعدنية .



• ألياف غزل تستخدم في صناعة النسيج.



الدهانات اللامائية

د . محمد شفيق الكناني

بدأ استخدام الدهانات منذ آلاف السنين لأغراض الزينة والديكورات داخل وخارج المباني ، وفي الأعمال الهندسية ، وطلاء البواخر . وكان المصريون القدماء أول من قاموا بتحضير الدهانات من الصمغ العربي والجيلاتين وبياض البيض وشمع النحل .

اعتمد تركيب الدهانات في بداية صناعتها بشكل أساسي على استخدام الزيوت الجفوفة ، واستمر ذلك حتى قرابة نهاية الربع الأول من هذا القرن عندما تم اكتشاف وتصنيع الراتنجات الألكيدية والورنيشات والأصباغ اللاعضوية .. وغيرها .

ومنذ الحرب العالمية الثانية تطورت صناعة الدهانات بشكل واسع وسريع نظراً لظهور أنواع جديدة من الراتنجات - تلائم جميع أنواع الدهانات - مثل الإيبوكسيدات ، والبولي يوريثينات ، والألكيدات ، والأكريلات ، والسيليكونات .

تصنيف الدهانات

تصنف الدهانات اللامائية عملياً طبقاً لعدة عوامل منها :

* **نوع الصبغ المستخدم :** مثل دهانات الرصاص الأحمر ، وأكسيد الكروم الأخضر ، وأزرق بروسيا ، وأكسيد الحديد الأسود .

* **نوع المادة الرابطة :** مثل الدهانات الألكيدية ، والإيبوكسية ، والأكريليكية ، والسيليكونية .

* **نوعية الاستخدام :** وتعد من أهم عوامل تصنيف الدهانات وأكثرها شيوعاً في وقتنا الحاضر . وتصنف الدهانات طبقاً لنوعية استخداماتها إلى خمسة أنواع هي :

- **دهانات المواد المالئة (Fillers) :** وهي مواد تشبه المعجون ، وتحتوي على نسبة عالية من الصبغ ، وتستخدم لتسوية سطوح الجدران أو الأخشاب المتعرجة لجعلها ناعمة الملمس وجيدة المظهر .

- **دهانات المواد السادة (Sealers) :** وهي مواد منخفضة اللزوجة قد تحتوي أو لا تحتوي على الأصباغ ، وتستخدم لسد مسامات السطوح .

- **دهانات وجه الأساس (Primers) :** وهي عبارة عن مواد أولية تحتوي على نسبة عالية من الصبغ ، وعلى نسبة منخفضة من المواد الرابطة واللاصقة ، وتستخدم كأساس للسطوح الجديدة غير المدهونة أو للسطوح القديمة قبل استخدام المواد المالئة أو السادة .

- **دهانات الوجه ماقبل الأخير (Undercoats) :** وتتكون أساساً من الصبغ ، وتستخدم بعد وجه المعجون الأخير .وقد تكون هذه الدهانات لماعة أو مطفية (عديمة اللمعان)كما أنها قد تكون ملونة أو عديمة اللون .

تضاف بعض الملونات إلى دهانات الوجه ما قبل الأخير قبل استخدامها وذلك للتمييز بين وجه الطلاء قبل النهائي والنهائي .

- **دهانات الوجه الأخير (Finishes) :** وهي عبارة عن دهانات ذات تركيبات خاصة - تحتوي أولا تحتوي على صبغ - للحصول على صفات معينة مثل إطالة زمن تحملها للعوامل الجوية ، وإكسابها درجات لمعان مختلفة .

مكونات الدهانات اللامائية

تشتمل الدهانات اللامائية على عدة مكونات يمكن توضيحها على النحو التالي:

● **الأصباغ**

الأصباغ عبارة عن مواد صلبة توجد على هيئة مسحوق ناعم جداً - يتراوح

ـجم حبيباته بين ٠,٢ إلى ٢٠ ميكروميتر ـ ـير قابل للانحلال في الوسط المستخدم ل يتشتت فيه .

تصنف الأصباغ بصفة عامة حسب ركيبها إلى مجموعتين هما :

*** الأصباغ غير العضوية :** هي مواد لبيعية أو صنعية ذات ألوان مختلفة تصف بعدة خواص فيزيائية منها ثباتية ون عالية ، وامتصاص منخفض للضوء ـع قوة تبعثر عالية (High Scattering Power) ، مقاومة جيدة للعوامل الجوية كالحرارة الرطوبة والضوء ، وقوة تغطية عالية عدم شفافية) للسطوح سواء أكانت فلزية ، خشبية أو أسمنتية .

تعتمد قوة تغطية الصبغ على ثلاثة وامل هي :

. حجم حبيبات الصبغ .

. درجة تشتت الصبغ في الوسط الحامل كونات الدهان .

. درجة تبعثر الضوء الساقط على السطح .

*** الأصباغ العضوية :** وهي مركبات عضوية يتم الحصول عليها من الصناعات البتروكيميائية ، وتتميز بقوة إمتصاص عالية للضوء مع درجة تبعثر منخفضة (Low Scatering Power) ، ولذلك تعد الأصباغ العضوية ـ مقارنة بالأصباغ غير العضوية ـ ذات أهمية كبيرة في صناعة الدهانات .

تستخدم الأصباغ بنوعيها العضوية وغير العضوية ـ بجميع ألوانها ـ في صناعة العديد من الدهانات ، لزيادة قوة تغطيتها (عدم شفافيتها) ، وتحسين مقاومتها ضد تأثير العوامل الجوية المختلفة ، ويوضح الجدول (١) أهم أنواع الأصباغ غير العضوية والدهانات الناتجة عنها ، بينما يوضح الجدول (٢) ، أهم أنواع الأصباغ العضوية والدهانات الناتجة عن استخدامها .

• الزيوت

تلعب الزيوت دوراً هاماً في حماية طبقة الطلاء وإطالة عمرها ، وتستخدم كمواد حاملة للأصباغ في صناعة الدهانات وذلك إما على شكل زيوت خام أو زيوت معدلة ـ تحسين خواصها الفيزيائية ـ من خلال معالجتها بالحرارة أو القلويات أو الأحماض أو الغليان أو البلمرة أو نفخ الهواء .

تتضمن عملية جفاف وتقسية الزيوت في الدهانات عدة تفاعلات كيميائية مثل الأكسدة والبلمرة والتشابك (Cross Linking) .

تتم عملية جفاف الدهان على مرحلتين حيث يتم في المرحلة الأولى إمتصاص الزيت الأكسجين من الهواء الجوي مشكلاً بيروكسيد أو هيدروبيروكسيد ـ عند الروابط الأوليفينية ـ يتفكك جزئياً في المرحلة الثانية إلى مادة شبه صلبة مطاطية تتحول أخيراً إلى طبقة رقيقة متماسكة .

تستمر التفاعلات السابقة بمعدل بطيء جداً بفعل الضوء ـ خاصة الأشعة فوق البنفسجية ـ الذي يحفزها ويساعد على استمرارها إلى أن تستهلك طبقة الدهان ويتم تقشيرها بعد عدة سنوات من خلالها .

تصنف الزيوت المستخدمة في صناعة الدهانات إلى نوعين هما :

*** زيوت جفوفة :** ومنها ثلاثة أنواع هي :

الأصباغ	الدهانات
البيضاء كبريتات الرصاص أكسيد الزنك الليثوبون ثاني أكسيد التيتانيوم كبريتات الباريوم أكسيد الأنتمون	الهياكل المعدنية والسفن، والوجه الأخير . الحديثة المقاومة لنمو الفطريات. الداخلية. الداخلية ، واللكرات ، وصناعات تغليف المواد الغذائية. مادة مالئة. المقاومة للحرائق.
الحمراء أكسيد الحديد الأحمر الرصاص الأحمر كرومات الرصاص القاعدية أحمر الكادميوم سيليكو كرومات الرصاص	الخارجية المقاومة لتأثير القلويات والأحماض العضوية. طلاء الهياكل الفلزية الحاوية على الحديد. المانعة للتآكل. الوجه الأخير. الواقية من التآكل للهياكل الفلزية.
الصفراء كرومات الزنك أصفر الكادميوم أكاسيد الحديد الصفراء	الواقية للسطوح الفلزية. الوجه الأخير. الخارجية المقاومة لتأثير القلويات والأحماض العضوية
الخضراء أكسيد الكروم أخضر الكروم	المقاومة لتأثير المواد الكيميائية. جميع أنواع الدهانات ، والمواد المالئة.
الزرقاء أزرق الالترامارين أزرق بروسيا أزرق الكوبالت	معظم أنواع الدهانات. الكثير من أنواع الدهانات. الاستعمالات الخاصة.
السوداء أكسيد الحديد الأسود	المواد المالئة ، ودهانات الأساس ، والوجه قبل الأخير
الفلزية مسحوق الألمنيوم مسحوق الزنك مسحوق الرصاص	طلاء الفلزات.
مواد باسطة أو ممددة بيريتات كربونات كالسيوم كاولين مايكا تالك	الأساس ، والوجه قبل الأخير والأخير ، والمواد المالئة أو السادة. المالئة ، والداخلية والخارجية. الأساس والوجه قبل الأخير ، والمادة المالئة. الخارجية المقاومة للحريق. الخارجية المقاومة للماء والحريق.

جدول (١) أهم أنواع الأصباغ غير العضوية والدهانات الناتجة عنها .

الأصباغ العضوية	الدهانات
الحمراء : أحمر التولوين أحمر الأريل أميد	لاستخدام الخارجي ودهانات الديكور. دهانات يتم تقسيتها بالأفران ودهانات الاستخدام الخارجي.
الصفراء : أصفر هانسا (Hansa yellow) أصفر البنزين	دهانات لعب الأطفال وغيرها من الدهانات الأخرى. دهانات الاستعمال الخارجي ، والدهانات التي يتم تقسيتها بالأفران.
الخضراء : صباغ أخضر ـ ب	دهانات صباغة الأسمنت ودهانات الوجه النهائي ، ودهانات أعمال الديكور.
الزرقاء : أزرق الفثالوسيانين	الدهانات الصناعية ومعظم أنواع الدهانات الأخرى.
السوداء : أسود الكربون	جميع أنواع الدهانات.

جدول (٢) أهم الأصباغ العضوية والدهانات الناتجة عنها .

ـ زيت بذر الكتان : ويتركب من أحماض دسمة رئيسة (اللينولينيك ، واللينوليئيك مع كمية صغيرة من الأحماض الدسمة المشبعة) تختلف في نسبتها من نوع لآخر حسب مصدر البذور، والظروف الجوية أثناء نموها وانضاجها عند الحصاد . ، فعلى سبيل المثال ، يتركب زيت بذر الكتان الأرجنتيني من اللينولينيك (٣٧,٥٪) ، واللينوليئيك (٣١,٨٪) ، والأوليئيك (١٦,٥٪) ، وأحماض مشبعة (٩٪) ، وجليسرول (٤,٤٪) ، ومواد غير قابلة للتصبن (٠,٨٪) .ويوضح الجدول (٣) أهم الخواص الفيزيائية لزيت بذر الكتان الخام والمعالج .

ـ زيت التانغ : ويعرف أيضاً « بزيت الخشب الصيني » ، ويستخرج من بذور شجرة التانغ بمردود يصل إلى حوالي ٣٠٪ . يتميز زيت التانغ بلون بني مائل للأصفر ، ورائحة مميزة ، كما أنه أكثر لزوجة مقارنة بزيت بذر الكتان الخام .

تحتوي الجليسريدات الموجودة في زيت التانغ على نسبة مئوية عالية من حامض الإيلايوستيريك (Elaeostearic) الذي يحتوي على رابطتين متضاعفتين في الجزيئة الواحدة مما يزيد من فعاليته في صناعة الدهانات .

ـ زيت الخروع : ويتم الحصول عليه من نبات الخروع ويتميز بأنه عديم اللون ذو لزوجة عالية ، ويتكون بشكل رئيس من حامض الريسينوليئيك الذي يحتوي على رابطة واحدة مضاعفة ، ومجموعة واحدة من الهيدروكسيل .

يفقد زيت الخروع جزيئة ماء واحدة ـ عند تسخينه إلى درجة حرارة ٢٦٠ ـ ٢٨٠°م في وجود مادة محفزة ـ ويتحول إلى زيت خروع منزوع الماء يتركب من حامضين هما ٩، ١٢ ـ أوكتاديكاواينوئيك ، وحامض ٩ ، ١١ ـ أوكتاديكاداينوئيك . ومع استمرار تسخين الزيت يمكن الحصول على قطفات منه بلزوجة معينة حسب الإستخدامات المطلوبة .

*** زيوت شبه جفوفة :** ومن أمثلتها :

ـ زيت فول الصويا : ويتم استخلاصه من نبات الصويا بمردود يتراوح بين ١٥٪ إلى ١٨٪ من الزيت .

يتميز زيت فول الصويا بجفافه البطيء ، حيث تصل فترة جفافه إلى أكثر من ثلاث أضعاف فترة جفاف زيت بذر الكتان . ويستخدم زيت الصويا في صناعة دهانات الألكيد بعد فصل الأحماض الدسمة منه .

ـ زيوت أخرى : وتتمثل في العديد من الزيوت شبه الجفوفة ـ تتم معالجتها قبل الاستخدام ـ مثل زيت بذر التنباك ، وزيت العصفر ، وزيت بذر دوّار الشمس ، وزيت السمك .

● المذيبات

المذيبات عبارة عن سوائل عضوية متطايرة ، تصنف تبعاً لدرجة غليانها إلى ثلاثة أنواع هي منخفضة درجة الغليان (أقل من ١٠٠°م) ، ومتوسطة (بين ١٠٠ ـ ١٥٠°م)، ومرتفعة (بين ١٥٠ ـ ٢٥٠°م) .

تتصف المذيبات المستخدمة في صناعة الدهانات بعدة خصائص فيزيائية أهمها :

*** قوة المذيب :** وتعتمد على قطبية كل من المذيب والمذاب ، فالمذيبات القطبية تقوم بإذابة المكونات القطبية ، بينما تذيب المذيبات اللاقطبية المكونات اللاقطبية في مزيج الدهان .

*** معدل البخر :** ويتوقف على عاملين أساسين ـ يتغيران بتغير أنواع المذيبات ـ هما الحرارة النوعية للمادة ، والحرارة الكامنة (Latent) للبخر وهي الحرارة الموجودة في المركب وتزيد من معدل بخره،

نوع الزيت / الخواص الفيزيائية	خام	معالج: بالأحماض	بالقلويات	بالغليان	بالبلمرة	بنفخ الهواء
الكثافة النوعية عند (١٥,٥°م)	٠,٩٣١ـ٠,٩٣٦	٠,٩٣٠ـ٠,٩٣٤	٠,٩٣٠ـ٠,٩٣٤	٠,٩٤ـ٠,٩٥	٠,٩٥ـ٠,٩٨	٩٦,ـ١,٠
اللزوجة	٤٠ (سنتيبواز)	٤٠ (سنتيبواز)	٤٠ (سنتيبواز)	٠,٨ ـ ١,٢ بواز	أعلى من ٣ ـ ٤ بواز	أعلى من ٣ـ٤ بواز
معامل الانكسار	١,٤٨٠٠ـ ١,٤٨٣٥	١,٤٨١٠ـ ١,٤٨٢٥	١,٤٨١٠ـ ١,٤٨٢٥	ـ	١,٤٨١ـ ١,٤٩٠	ـ
قيمة التصبن	١٩٠ـ١٩٥	١٩٠ـ١٩٥	١٩٠ـ١٩٥	ـ	ـ	ـ
مواد غير قابلة للتصبن	٠,٧ ـ ١٪	ـ	ـ	١ ـ ٢٪	ـ	ـ
زمن الجفاف بدون مواد تجفيف	٤ أيام	٤ أيام	٤ أيام	١٦ ـ٢٤ ساعة	٢٤ ـ ٣٦ ساعة	٢٤ـ٣٦ساعة

جدول (٣) أهم الخواص الفيزيائية لزيت بذر الكتان الخام والمعالج .

ـعلى سبيل المثال فإن معدل بخر رباعي لورو إيثان (درجة غليانه ٤٧ْ م) أعلى ن معدل بخـــر الماء عند درجـــة غليانه ١٠٠ْ م) .

تفيد معرفة قيمة معدل البخر في ختيار المذيب المناسب اللازم لتجفيف طبقة لدهان حسب الاستخدام المطلوب لها . مـثـلاً تسبب المذيبات سريعة البخر نخفاضاً في انسياب طبقة الدهان مما يقلل ن عمرها ، بينما تُزيد المذيبات بطيئة البحر ن انسياب طبقة الدهان فيطول عمرها .

ويوضح الجـدول (٤) الخـصـائص لفيزيائية لبعض المذيبات المستخدمة في سناعة الدهانات .

● مواد رابطة

تشكل المواد الرابطة طوراً متجانساً في طبـقـة الدهان ، وتلعب دوراً كـبـيـراً في لخواص الفيزيائية والكيميائية للطبقة التي تعتمد بصفة أساس على طبيعة ونوعية الصبغ المستخدم ودرجة تبعثره في المادة الرابطة .

تصنف المواد الرابطة إلى نوعين هما :

※ **مواد رابطة عضوية :** وتتكون إما من مـــواد طبيعية مثل الزيــوت الطبيعية (تحتوي على أحماض دسمة) والراتنجات الزيتـيـة (مـثل الألكيـدات) والمنتـجـات الطبيعية المعالجة (مثل نترات السيليلوز والمطاط المكلور)، وإما من مواد صنعية مثل راتنجـات الألكيـد والفينيل والأكـريـليك والإيبوكسي والبولي يوريثان والبوليمرات والراتنجات السيليكونية .

تنقسم المواد الرابطة العضوية بشكل عام إلى نوعين هما :

ـ عضوية متحولة : وهي مواد تخضع لعدة تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تقسية طبقة الدهان . ومن أمثلة هذه التفاعلات مايلي :

١ ـ تفاعلات أكسدة : وفيها تمتص المواد الرابطة القابلة للأكسدة الأكسجين من الهواء الجوي ، وتشكل ببطء طبقـة من الدهان تجف تدريجياً وتتحول إلى مادة غير قابلة للذوبان في المذيبات المستخدمة في تركيبة الدهان .

٢ ـ تفاعلات تشابك : وتتم بتفاعل كيميائي بين المادة الرابطة والمواد الأخرى المكونة لطبقة الدهان ينتج عنه جـفـاف وتقسية تلك الطبقة .

تحدث تفاعلات التشابك في الدهانات ذات العبوتين (Two - Packs) مـثـل دهانات الايبوكسيدات ، والبولي يوريثانات .

٣ ـ تفاعلات حرارية : وتتم إما بالهواء الساخن أو في أفران شـوي خاصة ينتج عنها جفاف وتقسية طبقة الدهان التي تتميز ـ في هذه الحالة ـ بمقاومتها للمذيبات والمواد الكيميائية .

المذيب	الخـــــواص الفيزيـــــائية					الدهانات المستخدم فيها المذيب
	الكثافة النوعية	درجة الغليان (ْم)	معامل الانكسار	نقطة الوميض(ْم)	معدل البخر (ْم)	
إيثر بترولي	٠,٦٤٥ ـ ٠,٦٧٦	٤٠ ـ ٦٠ ٦٠ ـ ٨٠ ٨٠ ـ ١٢٠ْ	ـ	ـ	ـ	اللكر
كحول أبيض	ـ	١٥٥ـ ٢١٠	ـ	٤١	١٨	الزيتية ، الورنيشات ، الراتنجات الأمكيدية
تولوين	ـ	ـ	ـ	٤	٢١٤	الفينيلية والمطاطية المكلورة والنتروسيللوز والزيتية
مماكبات الزايلين (أورثو ـ ميتا ـ بارا)	٠,٨٦٠ ـ ٠,٨٧٥	١٣٨,٣ْ ـ ١٤٤,٢	ـ	٢٤,٤	٧٣	البولي يورثيان والمطاط المكلور وبوليميرات الفينيل المشتركة والألكيدات
تربنتين	٠,٨٦٢ ـ ٠,٨٧٢	١٥٠ ـ ١٨٠	١,٤٦٩ـ ١,٤٧٨	٣٠ـ ٣٧	ـ	معظم أنواع الدهانات وخاصة اللكرات والورنيشات
إيثانول	٠,٧٩٣٧	٧٨,٣	١,٣٦١٩	١٤	٢٥٣	الحاوية على زيت الخروع ، والورنيشات ، وخلات البولي فينيل وراتنجات حلقي الهكسانون واللكرات والنتروسيللوز
آيزوبروبيل الكحول	٠,٧٨٥	٨٢,٤	١,٣٧٧٦	١٢	ـ	النتروسيللوز واللكرات.
خلات الاثيل	٠,٩٠١ ـ ٠,٩٠٤	٧٦ـ ٧٨	ـ	ـ	٤٨٠	النتروسيللوز والورنيشات والدهانات الصناعية.
ايثيلين جليكول أحادي ايثيل الإثير (السيللوسولف)	٠,٩٣٠ ـ٠,٩٣١	١٧١,٢م	ـ	٦٧,٨	٣٠	معظم أنواع الدهانات.
فينيل آيزوبوتيل كيتون	٠,٨٠٢	١١٤ـ ١١٧	١,٣٩٦	١٠	١٦٤	الأيبوكسي والنتروسيللوز والبولي يوريثان
أسيتون	٠,٧٩٠	٥٦,٢	١,٣٥٩٩	١٦,٥	٩٤٤	النيتروسيللوز والبوليمرات الفينيلة المشتركة والورنيشات
خلات البوتيل	٠,٨٧٩ ـ ٠,٨٨٢	١٢٤ـ ١٢٨	ـ	ـ	١٠٠	النتروسيللوز والورنيش وجميع أنواع الدهانات الزيتية

● جدول (٤) أهم أنواع المذيبات ، وخواصها الفيزيائية ، والدهانات المستخدم فيها المذيب .

الملدنات	درجة الغليان	الدهانات
ثنائي ميثيل الفثالات	٢٨٤°م	خلات السيللوز
ثنائي بوتيل الفثالات	٣٤٠°م	نترات السيللوز
ثنائي أوكتيل الفثالات	٢٣٠°م	الفينيل ونترات السيللوز
ثلاثي بوتيل الفوسفات	٢٩٠°م	نترات السيللوز
ستيرات البوتيل	٢٦٥°م	نترات السيللوز
أوليات البوتيل (Butiyl Oleute)	٢٠٣°م	المطاط المكلور وسيللوز الإيثيل

● جدول (٥) أهم أنواع الملدنات، ودرجة غليانها، والدهانات الناتجة عن استخدامها.

٤ ـ تفاعلات كيموضوئية : وذلك بتعرض طبقة الدهان لحزم من الالكترونات أو الإشعاع (مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء) حيث يتم جفاف وتقسية الدهان عن طريق ميكانيكية الجذور الحرة (Free Radicals) .

وتعد دهانات البولي استرات والأكريلات من أكثر أنواع الدهانات ملائمة لمثل هذه التفاعلات .

ـ عضوية غير متحولة : وهي مواد لا تعتمد على أي تفاعل كيميائي في تشكيل طبقة الدهان ، بينما يتم تشكيل الطبقة عن طريق تبخر المذيبات فقط . وتتميز الطبقة الناتجة بقابليتها للذوبان في المذيب الأم المستخدم في تركيبه الدهان .

ومن أمثلة المواد الرابطة العضوية غير المتحولة المطاط المكلور ، ونترات السيليلوز المستخدمة في اللكرات ، بالإضافة إلى توفر عدد كبير من البوليمرات ـ في الوقت الحاضر ـ تستخدم كمواد رابطة في العديد من الدهانات الصناعية تساعدها على تحمل جميع ظروف الاستخدام .

* **مواد رابطة غير عضوية :** وهي عبارة عن واد سيليكاتية تستخدم مع مسحوق الزنك للحصول على طبقة قاسية جداً ومقاومة للمواد الكيميائية والأكسدة .

ومن أمثلة المواد الرابطة غير العضوية سيليكات الإيثيل ، وسيليكات الأمونيوم الرباعية ، وسيليكات الصوديوم والليثيوم.

● الملدنات

تتميز الملدنات بأنها مواد غير قابلة للتطاير ، وثابتة كيميائياً ، ومتوافقة تماماً مع مكونات الدهان الأخرى ، وتعمل على تحسين مرونة وقابلية مد (بسط) طبقة الدهان دون التأثير على خصائص الدهانات الأخرى .

تستخدم الملدنات في صناعة اللكرات أو الدهانات غير المتحولة التي تجف عن طريق تبخر المذيب ، أو في بعض الأنواع التي تجف بالحرارة ، ويبين الجدول (٥) أهم أنواع الملدنات ، ودرجات غليانها ، واستخداماتها في صناعة أنواع مختلفة من الدهانات .

● مسرعات التجفيف

مسرعات التجفيف أو المجففات (Drying Accelerators) عبارة عن أملاح أحماض عضوية لمعادن متنوعة ـ مثل الكوبالت والمنجنيز والكالسيوم ـ قابلة للذوبان في معظم الزيوت المستخدمة في الدهانات .

تضاف مسرعات التجفيف ـ بنسبة ٠,٢٥ ـ ٠,٥٠٪ من نفثينات الرصاص ، و ٠,٠٢٥ ـ ٠,٠٥٪ من نفثينات الكوبالت وزناً من محتوى المادة الرابطة إلى الدهانات التي تجف بالأكسدة ـ مثل الألكيدات والورنيشات ـ لتسرع معدل أكسدة مكون الزيت غير المشبع للمادة الرابطة ، كما أنها تساعد على التشابك عند الروابط المضاعفة .

صناعة الدهانات

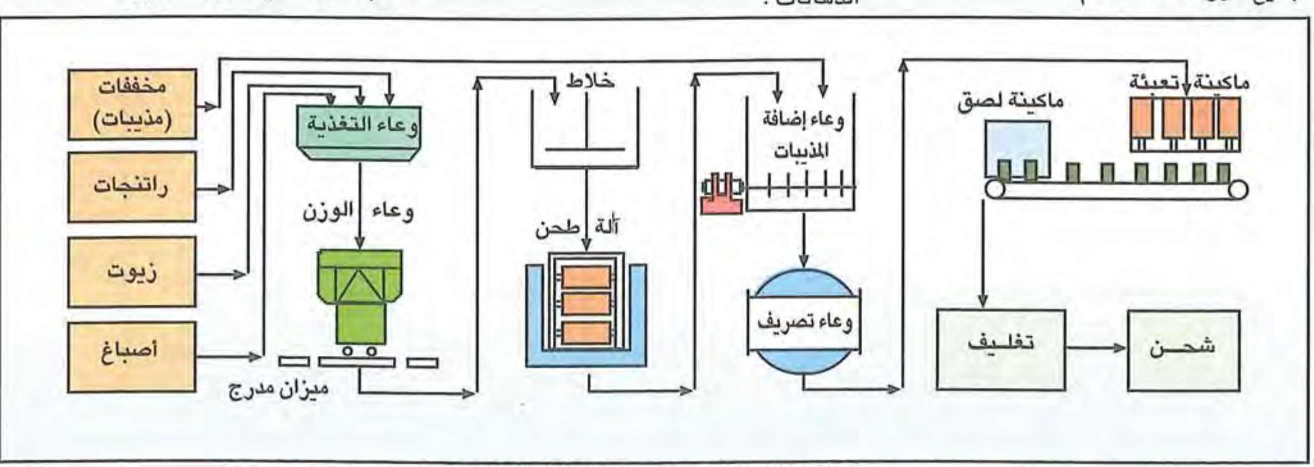
تتم صناعة الدهانات في مبنى مكون من أربعة أدوار ، شكل (١) ، على عدة مراحل يمكن توضيحها على النحو التالي :

ـ اختبار وتحضير ووزن ومزج فيزيائي لمكونات الدهان وذلك في الدور الرابع من المبنى .

ـ نقل المزائج التي تم تحضيرها ـ في المرحلة السابقة ـ إلى الدور الثالث حيث يتم طحنها ومزجها بوساطة أجهزة خاصة لضمان انتشار الأصباغ والممدات والمضافات الأخرى في محلول الراتنج أو المحلول الزيتي للحصول عل منتج متجانس من الأصباغ في الزيت .

ـ نقل مزيج الدهان إلى الدور الثاني حيث يتم إضافة المذيبات في أوعية خلط كبيرة تتسع لآلاف الليترات .

ـ ضخ المنتج إلى الدور الأول لإزالة الأصباغ غير المبعثرة بوساطة القوة النابذة أو مرشحات تحت ضغط وذلك للحصول على التركيبة النهائية للدهان ، ثم نقله للتعبئة ، والتغليف ، والتخزين .



● شكل (١) مخطط مبسط لصناعة الدهانات اللامائية .



لم تظهر أهمية الكبريت إلا في منتصف القرن الثاني عشر ، عندما حل حامض الكبريتيك محل المستحضرات البدائية المستخدمة آنذاك في صناعة الدباغة والأصباغ والزجاج والأقمشة والصابون ، وتأكدت مكانة الكبريت كسلعة لا بديل لها في الأسواق مع ظهور الصناعات الكيميائية الحديثة ، فاستخدم في إبادة الآفات الزراعية وكعامل مساعد في تصنيع مطاط دائم المرونة ومقاوم للحرارة وتقلبات الطقس ، ومع استخدام الكيروسين في الإضاءة استخدم حامض الكبريتيك في تحلية النفط حيث يتم التخلص من بعض المركبات الكبريتية في النفط ، ويمثل الكبريت أحد أهم العناصر الداخلة في صناعة الأسمدة الكيميائية لتصبح أكبر مستهلك للكبريت حتى وقتنا الحاضر .

وهكذا فإن تاريخ الكبريت كسلعة صناعية وسيطة يرتبط إلى حد بعيد بالتاريخ الصناعي الحديث ، فالكبريت لم يواكب الثورة الصناعية والمراحل المباشرة التي أعقبتها فحسب ، بل تعمق دوره في كثير من جوانب الواقع الصناعي المعاصر ، فعلى المستوى العالمي إن حوالي ٥٠٪ من مجمل استهلاك الكبريت يذهب في صناعة الأسمدة الكيميائية ، و٣٦٪ يستهلك في مختلف الأغراض الصناعية الأخرى « الباقي يستخدم مباشرة في الزراعة أو الصناعة » . أما على مستوى الوطن العربي فإن هناك حوالي ٩٠٪ يستخدم في صناعة الأسمدة بينما يستخدم الباقي في الصناعات الأخرى .

المصادر الطبيعية للكبريت

يوجد الكبريت في الطبيعة على هيئة عنصر وعلى هيئة مركبات مختلفة ، وقد وجدت الرواسب الكبريتية بالقرب من البراكين بشكل عام ، أما الكبريت المتحد كيميائياً فيوجد على شكل كبريتيدات وكبريتات ، كما يوجد الكبريت في الينابيع الكبريتية على هيئة كبريتيد الهيدروجين (H_2S) ، وفي كثير من الغازات الصناعية مثل غاز أفران الكوك والغاز المولد ، وعلى هيئة ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في الغازات البركانية والغازات العادمة ، ومن أهم المصادر الطبيعية للكبريت من الناحية الإقتصادية أغلفة صخور القبب الملحية (Cap Rocks of Salt Domes) ورواسب الأحواض المتبخرة (Evaporite Basins deposits) والترسبات البركانية (Volcanic Deposits) .

يوجد الكبريت الحر في الطبيعة على أشكال بلورية متعددة أو على شكل كتل غير منتظمة ، وهو ذو لون أصفر مميز ، وفي بعض الأحيان يكون مائلاً للخضرة لإحتوائه على شوائب ، وهناك نظريات عديدة حول منشأ وتكّون الكبريت الحر في الطبيعة تتفق معظمها على أنه ينشأ من مصدرين أساسيين أحدهما بركاني والآخر رسوبي .

• الكبريت البركاني

يُكَوِّن الكبريت البركاني (Volcanic Sulphur) تجمعات حول البراكين والجبال البركانية ، وحول ينابيع المياه الحارة وبالقرب منها ، وهو يتكون إما من خلال تكثفه وترسبه من الغازات الكثيفة التي تطلقها البراكين في الجو والتي تحتوي على نسب عالية من بخار الكبريت ، وإما نتيجة لتأكسد غاز كبريتيد الهيدروجين مباشرة بأكسجين الجو ، وإما بتفاعله مع غاز ثاني أكسيد الكبريت حيث يترسب على شكل كبريت حر ، وتوجد تجمعات الكبريت البركاني في أمريكا الجنوبية والمكسيك ونيوزيلاندة واليابان .

• الكبريت الرسوبي

يوجد الكبريت الرسوبي (Sedimentary Sulphur) في مناطق متعددة من العالم أهمها الولايات المتحدة الأمريكية ، والاتحاد السوفيتي سابقاً ،وبولندا ، وجزيرة صقلية، ويوجد أيضاً بكميات كبيرة في العراق ، وتعد كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) أصل الكبريت الرسوبي ، وهناك نظريات عديدة حول تحولها إلى الكبريت الحر ، حيث يعتقد أنها تختزل بواسطة بكتيريا لاهوائية في وجود الهيدروكربونات التي تكون مرافقة لها ، ويتحرر غاز كبريتيد الهيدروجين من كبريتات الكالسيوم ذاتها معطياً الكبريت الحر ، وتعد عملية إختزال الجبس بأنها عملية بطيئة تتم بواسطة بكتيريا لا هوائية موجودة في باطن الأرض تعمل على إستخدام الجبس كمصدر للطاقة وفقاً للتالي : -

$$2H^+ + SO_4^{2-} + C\,(\text{Organic}) \longrightarrow H_2S + CO_2 + O_2$$

• المصادر الأخرى للكبريت

بالإضافة إلى تواجد الكبريت بشكل حر في الطبيعة ، فإنه يوجد متحداً مع عدد من الفلزات مكوناً مركبات الكبريتيدات والكبريتات التي تعد مصادر أخرى للكبريت ، ومن أهم خامات الكبريت : البايرايت (Pyrite FeS_2) والبايروتايت (Pyrrhotite FeS_2) والماركزايت (Marcasite FeS_2) والجبس ($CaSO_4 . 2H_2O$) والأنهايدرايت ($CaSO_4$) الذي يعد واسع الإنتشار في الطبيعة حيث يشكل أكبر إحتياطي للكبريت في العالم .

توجد خامات البارايت والكبريتيدات الأخرى بكثرة وبشكل خاص في أسبانيا والبرتغال وقبرص وجمهوريات الاتحاد السوفيتي، وبشكل أقل في كندا وألمانيا وإيطاليا وفرنسا. من جانب آخر يعد الغاز الطبيعي (Natural Gas) المرافق للنفط وغازات المصافي أحد المصادر الهامة للكبريت في الآونة الأخيرة نسبة لإحتوائه على نسب مختلفة من كبريتيد الهيدروجين، حيث يمكن فصله أو عزله عن المكونات الأخرى للغاز الطبيعي، ومن ثم أكسدته لإنتاج الكبريت.

أشكال الكبريت

تلعب الإعتبارات الإقتصادية دوراً جوهرياً في إستغلال وتطوير التجمعات الكبريتية، بحيث تدفع كلفة الإنتاج من أي مصدر وتحت أي شكل إلى إستثماره أو غض النظر عنه، ومع أن لكل شكل من أشكال الكبريت في الطبيعة إقتصادياته المميزة إلا أن الكلفة الإنتاجية الأقل لشكل ما من هذه الأشكال تؤثر عموماً على إقتصاديات الكبريت ككل، ومن الأشكال المتعددة لإنتاج الكبريت ما يلي :-

● الكبريت الطبيعي

يعد الكبريت الطبيعي (العنصري) الأقل تكلفة من ناحية الإنتاج على الرغم من أنه أقل وفرة في الطبيعة مقارنة بالأشكال الأخرى، كما يعد الكبريت المتحد مع الغاز الطبيعي على شكل كبريتيد الهيدروجين والكبريت المسترجع من النفط أثناء عملية تصفيته ـ على شكل كبريت حر أو عنصري (Brimstone) ـ نوعاً آخر من أنواع الكبريت الطبيعي الذي أخذ يحتل مكاناً مميزاً في إقتصاديات الكبريت.

● كبريتيدات الفلزات

تعد كبريتيدات الفلزات ـ تسمى إصطلاحاً بالبايرايتات (Pyrites) ـ مصدراً مهماً للكبريت إذ رغم أنه يستفاد منها ـ إقتصادياً ـ أكثر لإستخراج ماتحتويه من معادن إلا أن عمليات تحميصها ينتج عنها غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يستغل في إنتاج حامض الكبريتيك (H_2SO_4) المركز، وتعد طرق إنتاج هذا النوع من الكبريت الأكثر كلفة بسبب إستهلاكها لكميات كبيرة من الوقود، وعليه فإن تكلفة الطاقة تحدد أهمية هذا النوع كمصدر عالمي ثاني للكبريت.

● كبريتات الكالسيوم المائية واللامائية

تعد كبريتات الكالسيوم المائية ـ الجبس (Gypsum) ـ واللامائية ـ الأنهيدرايت (Anhydrite) ـ من المصادر الهامة لخام الكبريت بسبب الحجم الكبير للصخور المحتوية على هذا النوع من الكبريت، غير أن قضية إنتاج الكبريت من هذا النوع ترتبط بتكلفة الطاقة اللازمة لإستخلاصه، وقد توصل مكتب المناجم الأمريكي إلى تطوير طريقتين تعتمدان على تحميص الجبس بالفحم والغاز الطبيعي، ليتم إختزاله إلى كبريتيد الكالسيوم الذي يعالج في مرحلة أولى لإنتاج غاز كبريتيد الهيدروجين، ومن ثم يتم إستخلاص الكبريت الحر من الغاز في مرحلة تالية.

إستخراج الكبريت

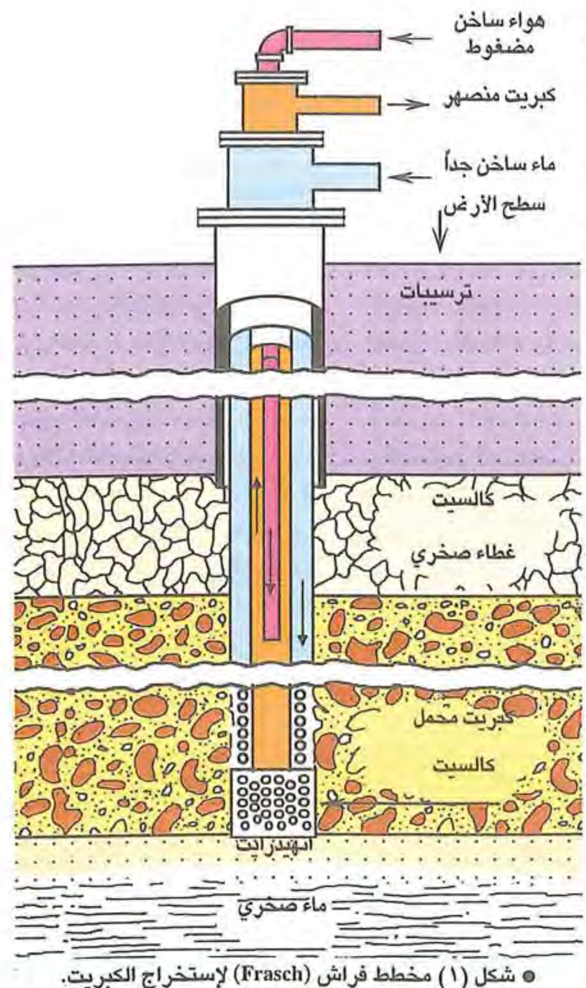
تختلف طرق استخراج الكبريت حسب نوع الخام المتواجد فيه، وذلك كما يلي:-

● كبريت الترسبات

يتم إستخراج الكبريت من رواسب الأحواض المتبخرة والترسبات البركانية بوساطة التعدين بعدة طرق من أهمها :

*** طريقة فراش (Frasch):** وتستخدم لإستخراج الكبريت ـ الموجود تحت الأرض أو تحت الماء ـ كما هو الحال في أغلفة صخور القبب الملحية، حيث تقوم آلات حفر البترول بعمل منافذ بإختراق الصخور الكبريتية إلى قاع الأرض، وقد تصل مسافة الحفر من ١٥٠ إلى ٧٥٠ متراً، ويتم إنزال أنابيب معدنية داخل تلك المنافذ فيضخ فيها ماء حار عند درجة ١٦٠° م لتصل إلى الصخور الكبريتية فينصهر الكبريت بسبب إنخفاض درجة إنصهاره ـ ١١٥° م ـ مقارنة بدرجة حرارة الماء، وبما أن كثافة الكبريت المنصهر أكبر من كثافة الماء فإنه يغوص إلى أسفل مكوناً حوضاً لتجمعه، ويتم إستخراج الكبريت المنصهر إلى سطح الأرض بضخ هواء تحت ضغط عال إلى أسفل البئر بوساطة أنبوب خاص، شكل (١)، ويتم التحكم في حجم الماء الحار والهواء المضغوط، بحيث يتم معدل خروجهما مساو لمعدل حقنهما، وذلك تفادياً لتراكم الضغط على البئر، ولمنع حقن ماء جديد فيها.

يتم نقل الكبريت السائل مع الكمية الفائضة من المياه عند السطح إلى محطة الفصل بأنبوب مسخن بالبخار، وفي محطة الفصل يتم فصل الهواء وينقل الكبريت السائل إلى أحواض كبيرة ليتم تصلبه أو يبقى سائلاً في مراحل يتم تسخينها بإستمرار بالبخار حيث أن ٩٥٪ من الكبريت الناتج يتم شحنه على هيئة سائل في البواخر والعربات الخاصة بذلك.



● شكل (١) مخطط فراش (Frasch) لإستخراج الكبريت.

كبريت النفط والغاز الطبيعي

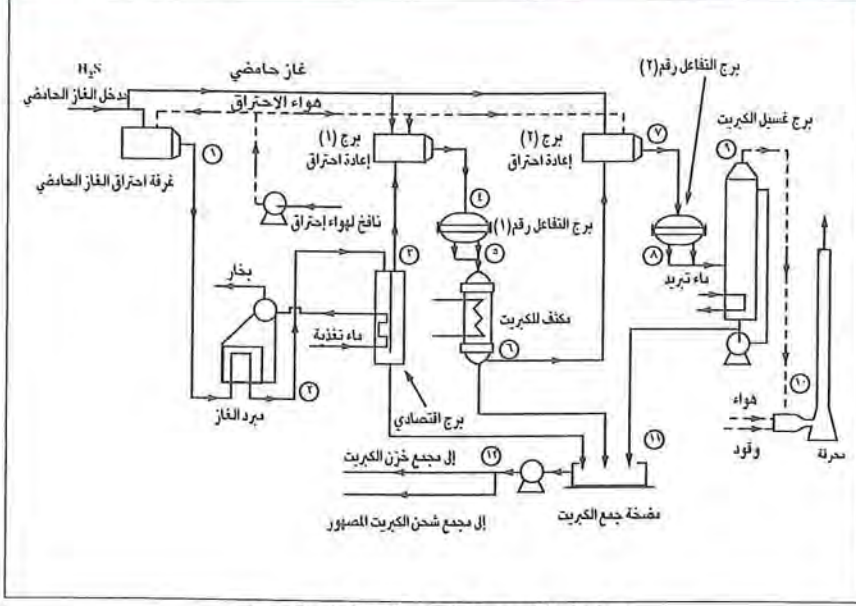
يحتوي خام النفط والغاز الطبيعي على نسب متفاوتة من المركبات الكبريتية ، وتتراوح هذه النسب في النفط ما بين ٠,٠٥٪ للنوع الخفيف إلى ٥٪ أو أكثر للنوع الثقيل ، بينما قد تصل إلى ١٧٪ في الغاز الطبيعي ، وينبغي التخلص من المركبات الكبريتية الموجودة في النفط بسبب تأثيرها الضار - شديدة الحموضة - أثناء عمليات الإستخراج والشحن والتكرير ، ويتم التخلص من هذه المواد بمعالجتها بالمواد القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ، وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) ، والأملاح ضعيفة القلوية مثل كربونات الصوديوم وغيرها ، وكذلك بوساطة عمليات التحلية بإضافة أملاح وأكاسيد المعادن الثقيلة لتحويل المشتقات الكبريتية الحامضية مثل المركبتان (RSH) إلى الكبريتيدات الثابتة كيميائياً وحرارياً ، كما يستخدم الكبريت العنصري والأكسجين كعوامل مؤكسدة للمركبتان في وجود بعض المحفزات أثناء عمليات التحلية ، وذلك على النحو التالي :-

$$2RSH + S \longrightarrow R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + H_2S$$

$$4RSH + O_2 \longrightarrow 2R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + 2H_2O$$

كذلك يمكن معالجة النفط بحامض الكبريتيك المركز للتخلص من بعض المركبات الكبريتية الموجودة فيه ، حيث يتم تأكسد ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى الكبريت ، والمركبتان إلى داي سلفيد ، والثيوفين إلى الثيوفين المسلفن وغيرها ، بعد ذلك يتم التخلص من المشتقات الكبريتية الحامضية عن طريق معالجتها بالقلويات فضلاً عن عمليات نزع الكبريت بالهيدروجين .

من جانب آخر تعالج الخامات النفطية المحتوية على نسب عالية من ثاني كبريتيد الهيدروجين قبل عمليات التكرير بالتبخر الوميضي ، وذلك برفع درجة حرارة النفط الخام إلى ١٠٠ - ١٥٠° م عن طريق التبادل الحراري مع بعض منتجات التقطير تحت ضغط يتراوح مابين ٢ إلى ٣ ضغط جوي ، يتم بعدها تحرير الخام إلى برج فصل ليتصاعد ثاني كبريتيد الهيدروجين من باقي الغازات المكونة للغاز الطبيعي عن طريق إمتصاصه بوساطة محلول كربونات الصوديوم أو الإيثانول أمين ثم



● شكل (٢) وحدة كلاوس لإستخراج الكبريت.

يسترجع الغاز من المحلول بالتسخين ليرسل إلى وحدة المعالجة للحصول على الكبريت النقي بوساطة طريقة **كلاوس** .

※ **طريقة كلاوس (Claus)** : وتتلخص خطواتها فيما يلي :-

- دخول ثلث الغاز الطبيعي المختلط بمركبات الكبريت إلى غرفة الإحتراق رقم (١) ، شكل (٢) ، وفي وجود شعلة دائمة داخل الفرن حيث يتم تأكسد ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى ثاني أكسيد الكبريت ، وذلك حسب المعادلة التالية :

$$H_2S(g) + 3/2\ O_2\ (g) \longrightarrow SO2(g) + H2O(g) \quad \Delta H=-518.8KJ$$

وبما أن التفاعل طارد للحرارة كما موضح فإنه ينتج عنه درجة حرارة عالية جداً (٩٢٧° م) .

- تبريد بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكبريت بإمرارهما داخل برج تبريد رقم (٢) ، ومن ثم الإستفادة من بخار الماء عند ضغط يبلغ ١١ ضغطاً جوياً في المرافق الأخرى داخل الوحدة .

- خلط غاز ثاني أكسيد الكبريت المبرد في الخطوة السابقة مع المتبقي - ثلثي الكمية - من الغاز الطبيعي ليتم تخفيض درجة حرارة الخليط لتصل إلى ٢٠٤° م ، ولكي يتم التفاعل بين ثاني أكسيد الكبريت ، وثاني كبريتيد الهيدروجين الموجود في الغاز الطبيعي فإنه يلزم إمرارهما إلى فرن (٣) ، شكل (٢) عند درجة حرارة ٢٨٧° م ثم إلى برجي التفاعل (٤) و (٥) اللذان يحتويان على عوامل مساعدة - محفزات - من الألومينا المنشطة ليتم تحويل الغازات إلى كبريت ، وذلك وفقاً للتفاعل التالي :

$$2H_2S(g) + SO_2(g) \longrightarrow 3S(L) + 2H_2O(g) \quad \Delta H=-142.8KJ$$

- كما هو موضح فإن هذا التفاعل طارد للحرارة ، وتبلغ درجة حرارة نتاجه ٣٤١° م لذا يتم تبريده عند دخوله مكثف الكبريت (٦) لينتج عن ذلك كبريت سائل وبخار ماء ذو ضغط منخفض يبلغ ٤ ضغط جوي ليبقى الكبريت في حالته السائلة ، وقد دلت النتائج على أن الكبريت المنتج حتى هذه المرحلة يعادل ٦٦٪ من أصل الغازات الحامضية الموجودة في الغاز الطبيعي .

- للحفاظ على البيئة من الغازات غير المتفاعلة - حوالي ٣٤٪ - يتم من جديد تمرير الغازات خلال برج الإحتراق (٢) بالرقم (٧) ، من شكل (٢) عند درجة حرارة مناسبة لتفاعل غازي ثاني أكسيد الكبريت وثاني كبريتيد الهيدروجين .

- يمرر الخليط إلى برج (٨) المحتوي على الألومينا المنشطة كعامل مساعد للتفاعل لينجم عن ذلك الحصول على الكبريت المنصهر .

- تبريد الكبريت وتجميع نواتج التفاعل الأول والثاني من برجي مادة الإحتراق (١) و(٢)

لتصل نسبة التحول إلى ٩٠٪

ـ التخلص من المخلفات الغازية الأخرى مثل غاز ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، وما تبقى من غازي ثاني أكسيد الكبريت وثاني كبريتيد الهيدروجين بإمرارهما في برج يحتوي على مكثف ـ برج (٩) ـ يسمح بمرور الغازات فقط ويصطاد رذاذ الكبريت المعلق .

ـ تمرر الغازات المتبقية إلى المحرقة (١٠) ليتم التخلص من غازات الكبريت المتبقية عن طريق دفعها بهواء صادر من مروحة خاصة ، وفي وجود شعلة مستمرة ـ وعليه يتم تحويل غاز ثاني كبريتيد الهيدروجين إلى غاز ثاني أكسيد الكبريت الأقل ضرراً بالبيئة ، بعدها يتم خلط غاز ثاني أكسيدالكبريت بكمية كبيرة من الهواء، ومن ثم تبريده وطرده بمروحة قوية إلى طبقات الجو العليا .

ـ تحميص الكبريت المنصهر في حوض أرضي تحت سطح مستوى أرض المصنع ـ مضخة جمع الكبريت (١١) ـ الذي عند إمتلائه يتدفق الفائض منه إلى مجمع الشحن والخزن (١٢) .

مما يجدر ذكره أن جميع أماكن حفظ الكبريت المصهور يجب أن تبقى مغلفة بأنابيب يمر من خلالها بخار عند درجة حرارة ١٤٠ْ م وضغط ٤ جوي للحفاظ على الكبريت في حالته المنصهرة ، وذلك تلافياً لأي مشاكل قد تنجم من التجمد ، ولسهولة نقل الكبريت المصهور إلى المصنع لإستخدامه في صناعة حامض الكبريتيك أو إستخدامات أخرى .

إستخدامات الكبريت الصناعية

يمكن تفصيل الإستخدامات الصناعية للكبريت فيما يلي :ـ

● حامض الكبريتيك

تسيطر صناعة حامض الكبريتيك على استعمالات الكبريت ، حيث يقدر إستهلاك هذه الصناعة من ٨٥٪ ـ ٩٠٪ من الإنتاج العالمي للكبريت ، وترجع المكانة التي يحتلها هذا الحامض إلى كونه العامل الرئيس الوسيط (Major Intermediate) في تصنيع الكيميائيات الصناعية ، وذلك لأنه أهم الأحماض ذات الأصل المعدني ، ولرخص تكلفة إنتاجه ، ولقابليته للإسترجاع لإستخدامه من جديد (Recycable) ، ولقلة تطايره نظراً لدرجة غليانه العالية ، إضافة إلى بعض المزايا الطبيعية التي تجعله أكثر قابلية للنقل عن سواه من الأحماض .

ورغم أن معظم كميات حامض الكبريتيك في الدول الصناعية تستخدم في إنتاج حامض الفوسفوريك إلا أن قدراً كبيراً من هذا الحامض يستهلك في إستخراج النحاس واليورانيوم (٥٪) ، وصناعة الأصباغ (٤٪) وتصفية النفط (٢٣٪) وصناعة الحديد والصلب (١٪) ، وما تبقى يستهلك وبدرجات متفاوتة في تصنيع المنتجات الإصطناعية ، وصناعات البلاستيك ، والمنظفات الكيميائية ، وفي صناعات البطاريات ، والورق وفي كثير من التطبيقات الكيميائية ، الأخرى كتنقية المياه وصناعات التعدين ومعالجة آبار البترول والمذيبات والمجففات ومواد إطفاء الحريق .

ومما يجدر ذكره أن هناك مجالات عديدة لإستخدام حامض الكبريتيك بالملكة مثل الصناعات التعدينية والكيميائية ووحدات التقطير والومضي لإعذاب المياه والأسمدة وغيرها ، شكل (٣) .

ويمكن تلخيص أهم الصناعات التي يدخل فيها حامض الكبريتيك كمادة أساسية كالتالي :ـ

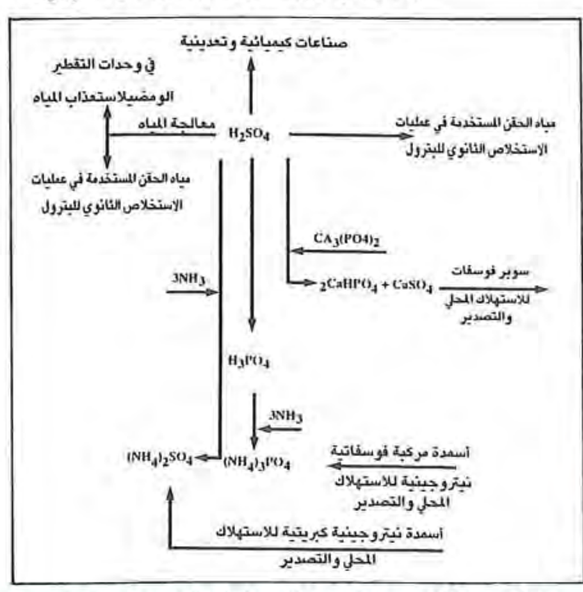
١ ـ الأسمدة الكيميائية .
٢ ـ تكرير النفط والمنتجات النفطية .
٣ ـ معالجة الترب القلوية .
٤ ـ أصباغ ودهانات .
٥ ـ صناعة الحديد والصلب .
٦ ـ الصناعات الدوائية .
٧ ـ البطاريات السائلة .
٨ ـ صناعة النسيج .
٩ ـ المواد الكيميائية والمواد الحفازة .
١٠ ـ المتفجرات الصناعية .
١١ ـ مواد التنظيف .
١٢ ـ معامل تقطير المياه ومالجة مياه المجاري .
١٣ ـ أخرى .

● الأسمدة الكيميائية

يقدر مكتب المناجم الأمريكي أن الكميات المستهلكة من الكبريت في مجال الزراعة تقدر بحوالي ٦١٪ من الكمية المنتجة ، وذلك سواء كان ذلك بشكل مباشر يتمثل في إضافة عنصر الكبريت للأراضي الزراعية أو دمجه مع الأسمدة الأخرى ، أو غير مباشر يتمثل في دخول الكبريت في صناعة الأسمدة الفسفورية والنيتروجينية والبوتاسية ، ويتمثل الدور غير المباشر للكبريت أو حامض الكبريتيك في صناعة تلك الأسمدة فيما يلي :ـ

※ **الأسمدة الفوسفاتية :** وتشمل السوبرفوسفات الأحادي والثلاثي وحامض الفسفور ، حيث يمكن صناعة السوبر فوسفات الأحادية بمعالجة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك مباشرة لينتج عن ذلك سماد أحادي بنسبة ٢٠ـ٢١٪ (P_2O_5) . ويحتاج إنتاج طن واحد من السوبرفوسفات الأحادي إلى ٠٤٦, طن من حامض الكبريتيك ، أما إنتاج سماد حامض الفسفور فيلزمه إضافة كميات زائدة من حامض الكبريتيك ـ ٢,٧ إلى ٣ طن من الحامض لإنتاج طن واحد من حامض الفسفور ـ حيث يمكن بعدها إنتاج سماد السوبرفوسفات الثلاثي ـ ٤٦ إلى ٤٨٪ (P_2O_5) ـ بمعالجة الصخور الفوسفاتية بحامض الفسفور المنتج من العملية السابقة .

※ **الأسمدة النيتروجينية :** وتشكل كبريتات الأمونيوم [$(NH_4)_2SO_4$] السماد النيتروجيني الأساس الذي يمكن إنتاجه بطريقة غير مباشرة من الكبريت ،



● شكل (٣) أهم مجالات استهلاك حامض الكبريتيك بالمملكة.

حيث يلزم لإنتاج طن واحد من هذا السماد إستخدام حوالي ٠,٧٥ طن من حامض الكبريتيك .

* **الأسمدة البوتاسية :-** وتعد كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) من أهم الأسمدة التي تنتج من حامض الكبريتيك ، لأن مصادر هذا النوع من السماد لا تلبي الطلب المتزايد عليه ، لذلك تعالج كميات كبيرة من كلوريد البوتاسيوم بحامض الكبريتيك لتحويلها إلى السماد المذكور ، ويلزم لإنتاج طن واحد من هذا السماد إستخدام حوالى ٢٧, طن من حامض الكبريتيك .

* **اليوريا المغلفة بالكبريت (Sulphur Coated Urea - SCU)** يتميز سماد اليوريا {$(NH_2)_2 CO$} بتعرضه إلى عملية فقدان كبيرة منذ اللحظات الأولى لإضافته للتربة خاصة في الأراضي القلوية وعند درجات الحرارة العالية ، ولهذا يمكن تفادي ذلك بتغليف سماد اليوريا بعنصر الكبريت الذي يعمل على إبطاء عملية التحلل فضلاً عن أنه عنصر غذائي للنبات ، ويساعد على ذوبان عناصر غذائية أخرى ـ أهمها العناصر الدقيقة ـ في التربة .

المبيدات الحشرية

يستخدم مسحوق الكبريت لمكافحة الآفات التي تصيب النباتات مثل عنكبوت الغبار في النخيل ، ومعالجة مرض التفحم في القمح إضافة إلى آفات أخرى عديدة .

المركبات الكيميائية

يدخل الكبريت في تصنيع العديد من المركبات الكيميائية الهامة حيث لا يسع المجال لذكرها جميعاً ، ومن أمثلة ذلك ما يلي :-

* **أكاسيد الكبريت :** ومن أهمها ما يلي :-

ـ ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) :- ويستخدم في كثير من الصناعات المحتوية على الكبريت مثل أملاح ثنائي الثيونيت (Dithionites) ، والثيوسلفيت (Thiosulphates) ، والكبريتيدات (Sulphites) ، وكبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulphite) ، وألكانات السلفونات (Alkane Sulphonates) ، وهيدروكسي ألكيل حامض السلفونيك (HydroxyAlkane Sulphonic Acid) وكذلك في صناعة السيليلوز ، وللتخلص من مركبات الكبريت في الزيوت المعدنية ، وكمادة حافظة في صناعة الأغذية، وفي تنقية مياه الشرب .

ـ ثالث أكسيد الكبريت (Sulphur Trioxide-SO3) : ومن أهم إستخداماته صناعة حامض كلورو وفلوروسلفونيك (Chloro Sulphonic and Flouro Suphonic Acids) ، وكلوريد الثيونيل (Thionyl Chloride) ، وحامض أميدسلفونيك (Amido Sulphonic Acid) ، وعمليات السلفنة للمركبات العضوية المستخدمة في صناعة المنظفات .

* **هاليدات الكبريت :-** ومن أهمها ما يلي :-

ـ ثنائي كلوريد ثنائي الكبريت (S_2Cl_2) : ويستخدم في صناعة ثنائي كلوريد الكبريت (SCl_2) ، وكلوريد الثيونيل ، ورباعي فلور الكبريت ، وزيوت التشحيم ، وكمحفز في عمليات الكلورة لحامض الخل، وعمليات فلكنة المطاط .

ـ ثنائي كلوريد الكبريت (SCl_2) : ويستخدم في صناعة ثيونيل الكلوريد وعمليات السلفنة والكلورة .

ـ ثيونيل الكلوريد ($SOCl_2$) : ويستخدم بكميات كبيرة في عمليات الكلورة ، وكثير من المركبات الوسيطة في صناعة المبيدات الحشرية والصيدلانية والأصباغ ، وكمادة إلكتروليتية في خلايا جالفانيك (Galvanic Cells).

رصف الطرق

بدأت في الستينات من هذا القرن تجارب للإستفادة من عنصر الكبريت في رصف الطرق ، وذلك عن طريق خلطه مع الأسفلت بنسبة ٢٠٪ ، وقد توالت التجارب منذ ذلك الحين لإختيار الكمية الأنسب ، حيث تم التوصل إلى أن نسبة ٥٠٪ من الكبريت للخلطة الأسفلتية تعطي أفضل النتائج من



● كبريت منصهر أُستخرج بطريقة كلاوس.

حيث قوة تحمل الطرق وزيادة عمرها الزمني.

الطاقة

أثبتت تجارب البحث عن بدائل الطاقة أن الكبريت يعد مصدراً هاماً للطاقة، حيث ينجم عن حرقه طاقة تفوق الطاقة الناتجة عن المصادر التقليدية للطاقة ، فمثلاً وجد أن حرق طن من عنصر الكبريت عند تحويله إلى حامض الكبريتيك يعادل طاقة برميلين من النفط ، وعليه فإن عمليات صناعة حامض الكبريتيك ، وهي الغالبة في صناعة الكبريت ، يمكنها أن توفر كمية هائلة من الطاقة .

إستخدامات أخرى

يستخدم الكبريت سواء على شكل عنصر أو مركب مثل حامض الكبريتيك في صناعات حيوية أخرى منها على سبيل المثال صناعة المطاط الإصطناعي ، والأنسجة الصناعية المركبة ، والأقمشة ، والمتفجرات والمبيدات الفطرية ، ودباغة الجلود ، والمواد الصيدلانية ، وحفظ الطعام .

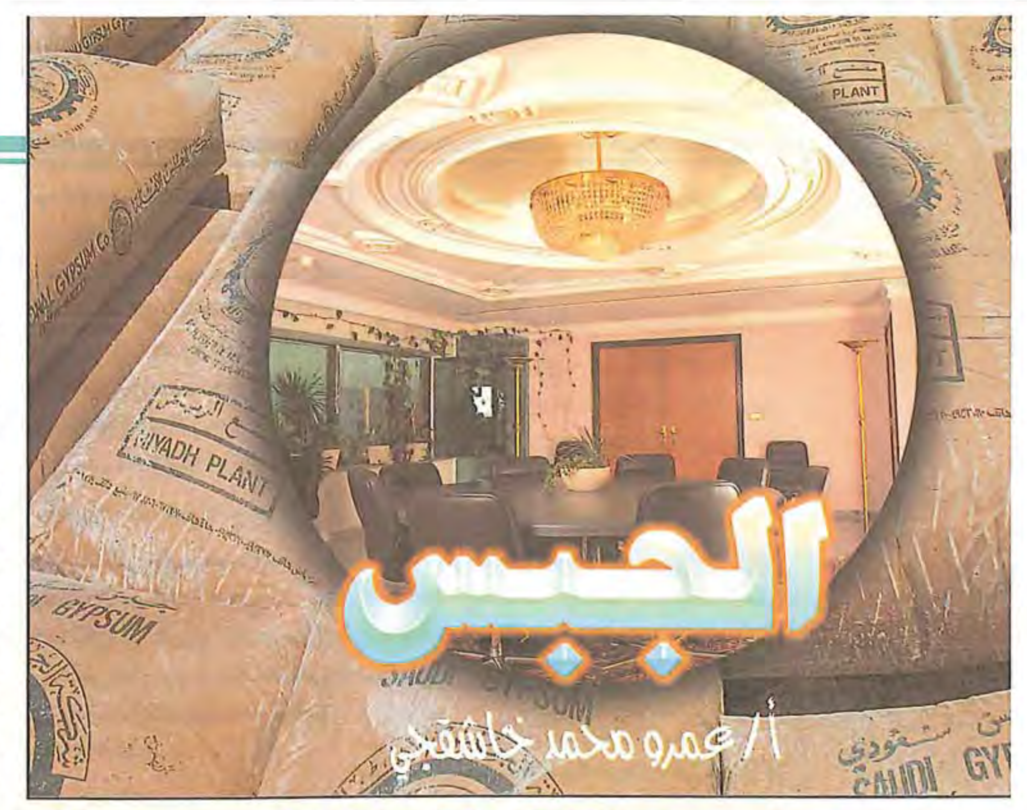
وفضلاً عن ذلك توجد للكبريت إستخدامات حديثة لم تكن معلومة من قبل ، مثل : صناعات التغليف ، والتعبئة ، والعوازل .

صناعة الكبريت بالمملكة

تعد المملكة أكبر منتج للكبريت المستخلص من الغاز الطبيعي في المنطقة حيث يبلغ إنتاجها السنوي أكثر من ١,٨ مليون طن من الكبريت الذي ينتج بطريقة كلاوس ، وينتج الكبريت في المملكة بوساطة الوحدات التالية :-

* **شركة سافكو وتوابعها :-** حيث توجد بشركة الأسمدة العربية السعودية (سافكو) وحدة لإستخلاص الكبريت من معامل الغاز الطبيعي ، ومن ثم تصنيع اليوريا والنشادر (الأمونيا) ، فضلاً عن أن للشركة مراكز لتجميع الغاز الطبيعي ، ومن ثم إستخلاص الكبريت منه في كل من بري والعثمانية وشدقم ، وتبلغ الطاقة الإنتاجية لشركة سافكو وتوابعها ١,٤٤ مليون طن سنوياً .

* **مصافي تكرير النفط :-** ويتم فيها إزالة الكبريت المصاحب للنفط بطاقة إنتاجية سنوية تبلغ ٤٢١ ألف طن .



يعد الجبس من الخامات الأرضية الشائعة ، وهو من أكثر معادن الكبريتات إنتشاراً في الطبيعة كمعدن أو كصخر رسوبي ، ويتواجد عادة مع الحجر الجيري والدولوميت والطين ، كما أنه يتداخل مع معدن الأنهيدريت ـ كبريتات الكالسيوم اللامائية ـ ويكون لونه عادة أبيض أو رمادي ، وفي بعض الأحيان مائلاً إلى الإحمرار ، ويوجد الجبس في الطبيعة إما على سطح الأرض أو على أعماق متفاوتة قد تصل إلى أكثر من ٢٠٠ متر .

يعود استخدام الجبس في البناء إلى العصور القديمة في مصر وروما ، أي إلى أكثر من ٦٠٠٠سنة قبل الميلاد ، وتعد الأهرامات أكبر شاهد على ذلك . وللدلالة على الأهمية التي كان يتمتع بها الجبس في عهد الرومان فقد صدرت تشريعات خاصة تحتم على أصحاب المباني تلييس الجدران بمادة الجبس المقاومة للحريق ، وذلك تلافياً لإنتشار الحرائق ، وهذا يدل على أن الأقدمين عرفوا الخواص التي يتمتع بها الجبس وخاصة مقاومة الحريق ، كما يعرفها ويدركها المختصون والمهتمون بمواد البناء في عصرنا الحاضر .

ومن المعلوم أن مدينة باريس تقوم على مساحات شاسعة من خامات الجبس ذات اللون الأبيض ، وقد عرف الفرنسيون منذ القدم طريقة إستخراج هذه الخامات وتصنيعها وإستعمالها في تلييس الجدران وأطلق عليها اسم جِص باريس (Plaster of Paris) ، ولا يزال يُعرف الجبس عالمياً بهذا الاسم .

كانت طرق تصنيع الجبس قديماً بدائية ، حيث تحرق الخامات في أفران مفتوحة وبدون ضبط لدرجات الحرارة ، مما كان ينتج عنه جبس قليل الجودة الأمر الذي قلل من إنتشار إستخدامه ، ومع التقدم العلمي والتقني أُكتشفت في أواخر القرن التاسع عشر طرقاً جديدة لتصنيع الجبس ، حيث بدأ الجبس عهداً تجارياً جديداً وانتشر بسرعة في جميع انحاء العالم ، وأصبحت صناعته من الصناعات الرئيسة في العالم .

يعرف خام الجبس كيميائياً بكبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) ويحتوي عادة على شوائب من أهمها السيليكا أو الرمل (SiO_2) ،وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ،ولا يعد خام الجبس صالحاً للاستثمار تجارياً إلا إذا كانت نسبة ما يحتويه من الجبس تزيد عن ٨٤٪ .

يصنف الجبس حسب طريقة تكوينه إلى نوعين هما :

جبس طبيعي

يوجد الجبس الطبيعي في تكوينات مع الصخر الملحي (Halite) على هيئة رواسب سميكة واسعة الامتداد على شكل أجسام عدسية ـ بلورات أحادية طويلة ذات شكل منشوري ـ أو أجسام مسطحة أو كتل ليفية تتطابق مع الحجر الجيري أو الطفل أو الحجر الرملي أو الطين على امتداد العمود الجيولوجي ، خصوصاً في البيئات الجيولوجية المنخفضة .

● عوامل ترسيب الجبس الطبيعي

تتطلب عملية ترسيب الجبس ضمن تكوينات الصخور الملحية عدة عوامل هي : ـ

* وجود ذراع محدود من بحر ، أو بحيرة ، أو حوض مائي .
* تبخر مياه ضحلة في بيئة جافة .
* إعادة حقن الحوض بالماء .
* إنخساف أو غوص متدرج لقاع الحوض .
* ترسب الأنهيدريت ($CaSO_4$) أولاً من المحاليل المشبعة من جراء عملية التبخر .

ونتيجة لعمليات التجوية والتميؤ يتكون الجبس الذي يتواجد دائماً فوق الأنهيدريت في التتابع الصخري ويدل على ذلك وجود بقايا متآكلة من بلورات الأنهيدريت ، كما أن التشققات الموجودة في الأنهيدريت تكون معبأة بالجبس .

● أنواع الجبس الطبيعي : يتشكل الجبس الطبيعي على هيئة ثلاثة أنواع هي كبريتات كالسيوم مائية ($CaSO_4, 2H_2O$) ، وكبريتات كالسيوم نصف مائية ($CaSO_4,1/2H_2O$) ، وكبريتات كالسيوم لامائية ($CaSO_4$) . ويوضح الجدول (١) أنواع الجبس الطبيعي مع أشكال تشكلها ، وشكل بلوراتها ، وظروف تشكلها ، وأهم خواصها الفزيائية .

● وجوده في الطبيعة

يوجد خام الجبس في الطبيعة في عدة أشكال أهمها :

* **جبسيت (Gypsite) :** وهو راسب أرضي دقيق الحبيبات غير نقي ومصحوب بالطين والرمل أو بالطبقات الحمراء .

* **سيلينايت (Selenite) :** ويعد أجود أنواع الجبس وهو عبارة عن بلورات أحادية شفافة كاملة ومتشققة .

* **المرمر (Alabaster) :** وهو عبارة عن كتل دقيقة الحبيبات يتهافت عليها النحاتون لسهولة قطعها وتشكيلها .

* **جبس صخري (Rocky Gypsum) :**

نوع الجبس		الصيغة الجزيئية	أشكال تواجدها	شكل البلورات	حدود الثباتية (مْ)	ظروف التشكل (مْ)		أهم الخواص الفيزيائية
						المختبر	الصناعة	
كبريتات كالسيوم مائية		$CaSO_4.2H_2O$	-	أحادية الميل	<٤٠ تحت الظروف العادية	< ٤٠	< ٤٠	قساوة عالية ، وبلورات إبرية الشكل .
كبريتات كالسيوم نصف مائية (باسانيت)		$CaSO_4.1/2H_2O$	α-	منشورية سداسية	شبه مستقرة	< ٤٥	٨٠–١٨٠	قساوة عالية جداً ، وسرعة تقسية بطيئة وسريعة .
			β-	منشورية سداسية	شبه مستقرة	٤٥–٢٠٠	١٢٠–١٨٠	قساوة متوسطة ، وسرعة تقسية متوسطة .
كبريتات كالسيوم لا مائية (أنهيدريت)	III	$CaSO_4$	α-III B-III	سداسية	شبه مستقرة	٥٠–١٠٠	٢٩٠	يتفاعل مع الماء بسرعة كبيرة متحولاً إلى جبس نصف مائي ، ومنخفض القساوة .
	II		AII(ضعيف الذوبان) AII (غير ذوأب)	منشورية	٤٠–١١٨٠	—	<٥٠٠	قساوة عالية ، وبطيء التفاعل مع الماء .
	I		-	مكعبة	>١١٨٠	> ١١٨٠	-	يوجد فقط عند درجات حرارة أعلى من ١١٨٠م

جدول (١) أنواع الجبس الطبيعي .

وهو نوع متماسك قشري أو محبب وعادة ما يكون غير نقي .

*** ألياف متوازية (Satinspar) :** وهي عبارة عن جبس كثير التشقق ، يوجد على هيئة ألياف متنوعة تتميز بلمعة حريرية .

● الاستخراج

يستخرج خام الجبس الطبيعي من أماكن تواجده في الأرض آلياً أو بإستعمال المتفجرات بعدة طرق منها:

*** التعدين السطحي :** ويستخدم فيها طريقة الحفرة المفتوحة (Open Pit) ، وذلك بعد إزالة الغطاء السطحي (Overburden) . ولتجنب تدمير الطبقات يراعى : ثبات المنحدر ، وصغر المسافة الرأسية في الحفرة المفتوحة ، وعمل ضوابط أثناء التقليع ، وتحليل عينات من الجبس عند كل مستوى .

*** التعدين تحت السطحي:** وتعد طريقة الغرف والدعائم (Rooms and Pillars) هي الأكثر شيوعاً في التعدين تحت السطحي، ويتطلب التعدين السطحي توفر متطلبات أساسية مثل وفرة الإحتياطي من الخام ، وأن يكون ذا جودة عالية ، وقريباً من الأسواق المستهلكة ، وتوفر وحدة معالجة الكلس ، والقدرة على منافسة المنتجات البديلة ، ورخص وسائل النقل.

● صناعة الجبس

تمر صناعة الجبس الطبيعي بعدة مراحل هي :

*** التكسير:** وتتم بتكسير الخامات المستخرجة ـ بواسطة كسارات ـ إلى قطع صغيرة على مرحلتين إحداهما تكسير أولي لإنقاص حجمه إلى قطع صغيرة بحجم كف اليد ، والأخرى تكسير ثانوي ليصل إلى حجم العدسات . ثم يخزن في مستودعات تمهيداً لإرساله الى المحمصة .

*** الإستخلاص:** ويتم ذلك بغسل الجبس ثم غربلته ، وفصل الشوائب ، وأخيراً التجفيف .

*** التحميص:** يتم إرسال الجبس المكسر بعد عملية الإستخلاص من مستودعات التخزين إلى أفران خاصة عند درجة حرارة ١٣٠م لتحميصه ، ويبقى بداخلها مدة كافية لطرد ثلاثة أرباع الماء الذي يحتوي عليه الجبس الخام فتصبح صيغته الكيميائية $CaSO_4.1/2H_2O$ ، وينتج عن ذلك نوعين من الجبس ، هما: جبس ألفا نصف مائي (α-Hemihydrated Gypsum)، وجبس بيتا نصف مائي(β-Hemidyhidrated gypsum) ، ويتشابه النوعان في التبلور ، لكن الأول أقل قابلية للتفاعل والذوبان ، وبالتالي يتطلب كمية كبيرة من الماء وفترة أطول للتصلب ، وهو الأكثر إنتاجاً وإستخداماً .

*** الطحن:** يرسل الجبس بعد تحميصه إلى المطاحن لطحنه ، ويمكن معايرة هذه المطاحن للحصول على النعومة المطلوبة .

*** التعبئة:** يرسل الجبس المطحون إلى مستودعات خاصة تمهيداً لتعبئته في الأكياس . ويتم قبل تعبئته في الأكياس أخذ عينات منه لإجراء عدد من الإختبارات لمعرفة مدة التصلب ، والنقاوة ، وقوة السحق والإنحناء ، ونوع الشوائب ونسبة كل منها ليتم تصنيفه على ضوء تلك النتائج .

الجبس الصناعي

يمكن الحصول على الجبس الصناعي بكميات متفاوتة بعدة طرق صناعية منها :

*** صناعة وتنقية الأحماض العضوية :** حيث تتشكل كميات قليلة من كبريتات الكالسيوم اللامائية كمنتج ثانوي لعملية تنقية الأحماض مثل حامض الستريك ، والأوكساليك ، والطرطريك . ومثال ذلك تحضير الجبس الصناعي من تفاعل الأملاح لحامض الأوكساليك مع الماء وحامض الكبريتيك وفقاً للمعادلة التالية :

$$\underset{\text{أوكسالات الكالسيوم}}{CaC_2SO_4} + 2H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{جبس صناعي}}{CaSO_4.2H_2O} + \underset{\text{حامض الأوكساليك}}{H_2C_2O_4}$$

* **غـازات الناتجـة عن عـمليـات نزع الكبـريت**: ويتم ذلك بامتصاص غاز ثاني أكسـيـد الكبـريت (SO_2) ـ المرافق لغـاز الداخن ـ في الماء، وترسـيـبـه بوسـاطة هيدروكسيد الكالسيوم، ثم أكسدة الناتج للحصول على الجبس الصناعي، وفقاً للتفاعلين التاليين:

$$2SO_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaSO_3 . 1/2H_2O + H_2O$$

$$3H_2O + 2CaSO_3 . 1/2H_2O + O_2 \rightarrow 2CaSO_4 . 2H_2O$$

* **صناعة حامض الفوسفور**: ونحصل منها على كميات كبيرة من الجبس الصناعي وذلك عند تفاعل الفوسفات الطبيعية مع حامض الكبريت، وفقاً للتفاعل التالي:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 + 10H_2O \rightarrow 3H_2PO_4 + 5CaSO_4 . 2H_2O + HF$$

يصعب استخدام الجبس الصناعي الناتج من صناعة حامض الفوسفور ـ مقارنة بالطريقتين السابقتين ـ نظراً لاحتوائه على بعض الشوائب التي تشتمل على مواد عضوية، وقلويات ذوّابة، وأملاح مغنيسيوم، وأملاح قليلة الذوبان مثل سداسي فلورسيليكات الصوديوم (Na_2SiF_6) وفوسفات وفلوريدات.

ويمكن إزالة الشوائب ـ المذكورة أعلاه ـ على عدة خطوات هي:

ـ غسل المنتج لإزالة الشوائب القابلة للذوبان مع إزالة الشوائب العضوية بعملية الطفو.

ـ تجفيف المنتج بنزع الماء جزئياً.

ـ تبلور المزيج الناتج المكون من كبريتات كالسيوم ثنائية الماء وكبريتات كالسيوم نصف المائية، وذلك لإزالة الشكل الإبري الموجود في الجبس الذي قد يسبب صعوبات أثناء عمليات تصنيع أخرى.

ـ تحبحب وكلسنة المنتج في فرن دوّار، وطحنه إلى جسيمات بالجسم المرغوب فيه.

مميزات الجبس

تتمتع مادة الجبس بخصائص ومميزات تجعلها دائماً في طليعة المواد الأساسية المستعملة في صناعة البناء، ومن أهم تلك المميزات ما يلي:

- مقاومة الحريق
- إمتصاص وعزل الصوت.
- عزل الحرارة.
- خصائص ميكانيكية جيدة إذ تتراوح قوة الإنحناء ما بين ٤٠-٦٠ كجم/سم٢، وذلك حسب نوع الجبس المستعمل، ونسبة الماء فيه، كما يمكن تحسين هذه الخصائص، وخاصة زيادة قساوة سطحه، وزيادة قوة الإنحناء بخلط الجبس بمواد أخرى مثل الصوف الزجاجي.
- إعطاء درجة نقاوة جيدة ومختلفة للأسطح.
- لون أبيض جميل يمكن طلاؤه بأي لون من الدهان.
- طول البقاء لمدة طويلة خاصة إذا استعمل بشكل فني.
- سهولة إستعماله وتشكيله في دقائق بسبب سرعة تصلبه.
- زهادة الثمن حيث يعد أرخص مواد البناء الرئيسة.

إستخدامات الجبس

يدخل الجبس في العديد من الصناعات التي لها مساس بحياة الإنسان اليومية، وفي مجالات مختلفة من أهمها ما يلي:

● البناء

يشكل الجبس المكلسن (جص باريس) حوالي ٩٥٪ من إستخدامات الجبس، وتتراوح نقاوته ما بين ٨٥-٩٥٪، ويعتمد أساساً على تسخين الجبس إلى ١٣٠°م، فيفقد الماء ذا الرابطة الضعيفة الداخلة في تركيبه فيتحول إلى جبس نصف مائي $CaSO_4.1/2H_2O$ يعرف تجارياً باسم ستوكو (Stucco)، وتتمثل أكثر استخداماته في البناء مثل لاصقات الجدران، والألواح اللاصقة، والأسقف المعلقة، وبطانة الجدران، والقواطع، وعوازل حرارية.



● إحدى منتجات الجبس



● إحدي مراحل تصنيع الجبس

● الزراعة

يتكون الجبس المستخدم في الزراعة من كبريتات الكالسيوم المائية بنسبة لا تقل عن ٧٠٪، وكربونات الكالسيوم بنسبة تتراوح ما بين ١٠-١٥٪، وأكاسيد حديد وأكاسيد ألمنيوم بنسبة ١,٢٪، وكلوريد صوديوم في حدود ٠,٥٪. يستخدم الجبس الزراعي في تحسين خواص التربة حيث يعوض نقص التربة من الكالسيوم والكبريت، ومعالجة الأملاح الضارة والقلويات الموجودة في التربة، ويتميز بأنه غير مكلف، وسهل الإستعمال، فضلاً عن إنخفاض آثاره السلبية على البيئة عند إستعماله مقارنة بالمضافات الكيميائية الأخرى المستعملة في تحسين التربة.

● الصناعة

يدخل الجبس في العديد من الصناعات منها:

* الأسمنت البورتلندي حيث يضاف بنسبة ٣-٦٪ بهدف تأخير سرعة تصلبه.
* صناعة الزجاج لتسهيل عملية طرد الغازات.
* صناعة البويات والصمغ، كما يستخدم في صناعة حشو الورق، وفي تركيب الطين المستخدم في عمليات حفر آبار النفط.
* صناعة الجير وحامض الكبريت، وذلك عند تسخينه في أفران محدودة التهوية عند درجة حرارة ١٠٩٣ درجة مئوية.

الجبس في المملكة

توجد خامات الجبس في عدد من المواقع في المملكة، شكل (١)، ويمكن تمييزها إلى متكونين أساسيين، هما:

• البحر الأحمر

تظهر رواسب الجبس على إمتداد ساحل البحر الأحمر من خليج العقبة شمالاً إلى جيزان جنوباً ، وتتركز بصورة إقتصادية بين خليج العقبة ومدينة ينبع البحر وذلك في المناطق التالية :-

* **منطقة مقنا:** وتقع في شمال غرب المملكة ، ويوجد الجبس فيها في أربعة نطق ، بسماكة تتراوح بين ٨-١٧ متر ، ودرجة نقاوة تتراوح بين ٨٣,٦٣-٩٠٪ ، ويبلغ الإحتياطي للنطق الأربعة حوالي ٣٣,٦ مليون طن .

* **شرم محار ـ شرم حاسي :** وتقع على ساحل البحر الأحمر ، وتوجد بها كمية كبيرة من الجبس قرب السطح تغطي حوض رسوبي مساحته ٨ كيلو متر مربع ، حيث يوجد قطاع طوله ٢ـ٣ أمتار من الجبس والأنهيدريت وقليلاً من الغرين الأحمر أوالطين الأخضر .

* **جبل بوانة :** ويقع شمال شرم محار ، حيث توجد هالة من المتبخرات تغطي مساحة ٦ كم مربع ، ويبلغ احتياطيها حوالي ٢٣٤ مليون طن للطبقات العليا والسفلى .

* **مرسى مقبرة :** حيث يوجد الجبس والأنهيدريت باحتياطي يقدر بحوالي ٦٦ مليون طن .

* **شرم الخور :** وهي أرض منبسطة بمساحة ٢٠ كم٢ ، تضم منكشفات صخرية من الجبس يفصلها عن بعضها البعض نطق سميكة من الرمل ورواسب السبخة .

يبلغ الاحتياطي المؤكد لجبس شرم الخور حوالي ٣٠ مليون طن ، وهو متاح لاستغلاله كمصدر للجبس الأبيض الذي يستخدم بصفة أساس في صناعتي الأسمنت والأسمدة .

• الرصيف العربي

يتمثل وجود خامات الجبس في منطقة الدرع العربي بالمواقع التالية:

* **منطقة الرياض:** حيث توجد كميات وفيرة من الجبس في منطقة الخرج ـ ٨٠كم جنوب الرياض ـ وخاصة في السهول الجنوبية الواقعة جنوب وجنوب شرق أشقر مراغة (شمال غرب الخرج) ، وفي العيون (جنوب غرب الخرج) . ويستخدم هذا الموقع في الوقت الحاضر بوساطة شركة الجبس الوطنية .

* **منطقة بريدة :** ويوجد فيها الجبس في عدة أماكن هي :

ـ شمال بريدة : حيث تغطي رواسب الجبس مساحة قدرها واحد كم٢ ، وتتكون بصفة أساس من جبس (٩٠٪) عالي النقاوة ، إضافة إلى أنهيدريت (٤ـ٦٪) ، وبعض الشوائب (٤ـ٦٪) مثل السيليكا الحرة والطين والكربونات .

تتميز رواسب الجبس في شمال بريدة بسهولة استغلالها ، وإمكانية استخدامها في صناعة ألواح الأبواب اللاصقة .

ـ جنوب الطريفية (وادي نقيب) : حيث يغطي الجبس مساحة واسعة الانتشار على هيئة حزام بعرض ٥٠٠م ، وهو سهل الاستغلال .

* **شمال وادي رماح :** وفيها يظهر الجبس على السطح على هيئة منكشف سميك يمثل قمة متكوِّن الجلة . كما أنه يوجد أيضاً تحت السطح حيث قدر سمك طبقته في أحد آبار المنطقة ـ بجوار عين ابن فهيد ـ بأكثر من ١٥ متراً بنقاوة تتراوح بين ٨٩٪ ، إلى ٩٦٪ وهو سهل الاستغلال بعد التخلص من طبقات الكربونات والطين التي تتداخل معه .

* **المنطقة الشمالية:** ويوجد بها كميات من الجبس الحديث ـ متصاحبة مع السبخات ـ عند بلدة جبة وشمال شرق بئر حيزان ، وهو غير ملائم للاستخدامات الصناعية .

* **المنطقة الشرقية:** ويوجد بها بعض رواسب من الجبس مصاحبة للمتكونات الرسوبية ـ خاصة الطينية منها ـ إلا أنها غير صالحة للاستغلال .

* **منطقة خشم أم حويد :** وتقع على خليج سلوى ، تغطي بطبقات من الجبس الكتلي بسماكة تتراوح بين ٢٠ إلى ٥٠ متراً وبنقاوة ٨٥٪ ، كما يوجد الأنهيدريت بنسبة تقل عن ٥٪ .

يبلغ الاحتياطي المؤكد من الجبس في منطقة خشم أم حويد حوالي ٩,٦ مليون طن .

صناعة الجبس في المملكة

على الرغم من توفر كميات كبيرة من خامات الجبس في أنحاء مختلفة من المملكة ، إلا أنه لم يستغل إلا جزء قليل منها بوساطة شركة الجبس الأهلية التي تأسست عام ١٣٧٨هـ ـ مقرها الرئيسي في الرياض ـ ولها فروع في كل من جدة وينبع والدمام والمدينة المنورة ، وقد بلغ إجمالي الإنتاج السنوي من المنتجات المختلفة كالتالي:

- ٣٣٠ الف طن سنوياً من الجبس .
- ٦ ملايين متر مربع من الألواح الجبسية (البلاستر بورد) .
- ١٥٠ الف متر مربع من البلاطات الزخرفية مقاس ٦٠×٦٠سم .
- ٤٨ ألف طن من جبس الرش والجبس اللاصق .

× أهم مواقع الجبس في المملكة : (١) مقنا (٢) شرم حاسي (٣) شرم محار (٤) مرسي مقبرة (٥) شرم الخور (٦)جبل أبورخيم (٧) أشقر مراغة (٨) خشم أم حويد (٩) عين دار (١٠) عين ابن فهيد (١١) وادي النقيب (١٢) العوسجية (١٣) جبة (١٤) بئر حيزان

• شكل (١) مواقع خامات الجبس بالمملكة .



وتتضمن صناعات الطاقة النووية عددا هائلاً من الأنشطة الخاصة بالوقود الإنشطاري تعرف بدورة الوقود النووي وتبدأ هذه الدورة بالأعمال الجيولوجية الخاصة باستكشاف الخامات النووية كاليورانيوم والثوريوم ، ومن ثم فصلها وتنقيتها من الشوائب . يلي ذلك إثراء الوقود وتصنيعه ثم استخدامه في المفاعلات ، وانتهاءاً باعادة المعالجة للوقود المستهلك والتخلص من النفايات عالية الإشعاع المتلدة من هذه الصناعات ، شكل (١) .

سيتناول هذا المقال مراحل دورة الوقود النووي بدءاً من استكشاف الخامات النووية ـ اليورانيوم ـ حتى مرحلة انتاج الكعكة الصفراء ، وذلك كما يلي :

الاستكشاف

يوجد اليورانيوم في القشرة الأرضية في صورة أملاح ومعادن مختلطة تتخذ صوراً كيميائية مختلفة تتميز بألوان مميزة مثل الأسود والبني والبرتقالي للأكاسيد والأصفر للمعادن الفوسفاتية والأخضر لمركبات النحاس والرصاص واليورانيوم والأكسجين ، ويتم استكشاف اليورانيوم في الصخور الحاوية له بعد إجراء سلسلة من الدراسات والبحوث الجيولوجية التي تحدد التركيزات الاقتصادية لليورانيوم ـ ٠,٠٣٪ أو أكثر ـ باستخدام وسائل متنوعة منها المسح الجوي والمسح السطحي حيث تحدد التركيزات الاقتصادية إما بوساطة مجسات وميضية تحدد كثافة اشعاعات جاما المنبعثة من الأرض والناجمة عن تفكك نظائر سلسلة اليورانيوم مثل البسموت ـ ٢١٤ و الرصاص ـ ٢١٤ ، وإما بوساطة تحديد المناطق التي يزيد فيها تركيز غاز الرادون سواء كانت مياه جوفية أو أراضي سطحية .

كذلك يمكن استكشاف خامات اليورانيوم بوساطة حفر عدد من الثقوب الإسطوانية الرأسية لدراسة تركيزات الخام في الأعماق المختلفة وقياس نسبة تركيز غاز الهيليوم ـ ٤ (^{4}He) إلى الأرجون ـ ٣٦ (^{36}Ar) الموجود في الطبيعة كغاز مستقر حيث أنه كلما زادت تلك النسبة دل ذلك على تركيز خام اليورانيوم أو الثوريوم في الطبقة .

الاستخراج

يستخرج اليورانيوم من القشرة الأرضية بالطرق التالية :

● الحفرة المكشوفة

تستخدم هذه الطريقة في حالة وجود الطبقة المحتوية على خام اليورانيوم على السطح مباشرة أو تحتها على أعماق غير سميكة . وتتلخص في عمل عدد من الحفر الاسطوانية بفاصل حوالي ٢٠متر لتحديد تركيز الخام وعمق طبقته وامتداداتها ثم إزالة الطبقة الفقيرة بالخام بواسطة جرافات للوصول للطبقة عالية التركيز ، بعدها يتم تجميع الصخور الغنية بالخام قرب المطاحن لطحنها .

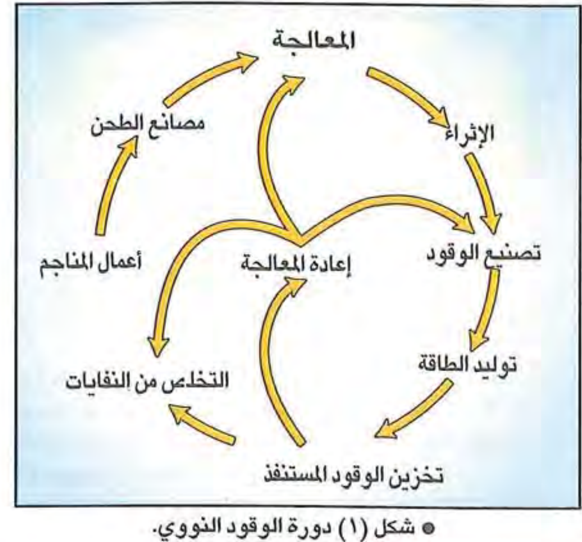
● المنجم العميق

يمكن أن تتواجد خامات اليورانيوم على أعماق كبيرة من سطح الأرض ـ تزيد على ٢٠٠٠ متر ـ وفي هذه الحالة تحفر أنفاق للعمق اللازم للوصول إلى الطبقات الغنية بالخام وتنقل الخامات إلى سطح الأرض لتخزينها في منطقة الطحن . وفي هذه الحالة ينبغي الإبقاء على أجزاء من الطبقات لتعمل كدعائم تمنع الانهيارات . وفضلاً عن ذلك قد تنجم عن الانفاق العميقة مخاطر التعرض لتركيزات عالية من غاز الرادون الأمر الذي يتطلب ضرورة وجود تهوية ملائمة لتخفيض تركيز هذا الغاز الذي يمثل مخاطر على الإنسان .

● الإذابة والترسيب

يتم في هذه الطريقة حفر عدد من الثقوب الإسطوانية في الطبقة الأرضية المحتوية على الخام تبعد حوالي ١٥ ـ ٢٠ مترا بعضها عن بعض ، ويحقن محلول لإذابة أملاح اليورانيوم في هذه الطبقة خلال بعض هذه الثقوب . ويتحرك المحلول الذائب من أملاح اليورانيوم إلى الثقوب الأخرى حيث يسحب منها بوساطة مضخات . وتتميز هذه الطريقة ـ لا زالت تحت الاختبار ـ بالآتي :

* التخلص من نفقات حفر المناجم أو رفع الطبقة السطحية ، ونفقات نقل وتخزين كميات هائلة من الصخور أو التربة المحتوية على الخام ، والتخلص من عمليات



● شكل (١) دورة الوقود النووي.

جرش وطحن الخام وخفض التلوث البيئي لشديد الذي تحدثه هذه العمليات.

* إمكانية الحصول على اليورانيوم من خامات منخفضة الدرجة (التركيز).

* خفض المخاطر التي يتعرض لها عمال لمناجم وأهمها المخاطر الإشعاعية ومخاطر لإنهيار.

* من جانب آخر تتلخص سلبيات هذه لطريقة فيما يلي:

* إمكانية حدوث تلوث كيميائي أو إشعاعي للمياه الجوفية بسبب الحقن والإذابة.

* الحصول على نسبة محدودة من معادن اليورانيوم الموجودة في الطبقة (بما لايزيد على ٥٠٪) وبقاء الباقي دون ستخراج في التربة.

طحن واستخلاص الكعكة

بعد تجميع الصخور المحتوية على اليورانيوم تجري عليها عدة عمليات في مرافق يطلق عليها مطاحن اليورانيوم حيث تنتهي هذه العمليات بالحصول على المادة المعروفة باسم الكعكة الصفراء (Yellow Cake)، وفي هذه المطاحن تغذي كسارات ومجارش ضخمة بالصخور المخزنة التي جمعت من المناجم حيث تخضع لعمليات جرش وطحن للحصول على حبيبات ناعمة نسبياً من الخامات. وبعد الطحن تحرق هذه الحبيبات في أفران عند درجات حرارة معينة للتخلص من المواد العضوية الموجودة في الحبيبات، وبعد عمليات الحرق تطحن الحبيبات من جديد للحصول على مسحوق شديد النعومة تمهيداً لإستخلاص معادن اليورانيوم منه.

يخضع المسحوق بعد ذلك لعملية يطلق عليها عملية الإذابة والترسيب (Leaching)، وقد تكفي هذه العملية في بعض الحالات (الخامات) للحصول على الكعكة الصفراء. إلا أنه في معظم الأحيان يلزم إجراء أي من العمليات الكيميائية الأخرى للحصول على الكعكة الصفراء، مثل: الإستخلاص بالتبادل الأيوني والاستخلاص بالمذيبات العضوية.

• الاستخلاص

تتلخص عملية الاستخلاص بالإذابة والترسيب شكل (٢) في إضافة حامض قوي مثل حامض الكبريتيك أو مادة قلوية شديدة لإذابة أملاح اليورانيوم الموجودة في المسحوق (الطحين) الناتج عن طحن الحبيبات بعد الحرق وذلك تبعاً لنوع هذه الأملاح. فإذا كانت الأملاح في صورة ثالث أكسيد اليورانيوم (UO_3) فإنها تعالج بإضافة حمض الكبريتيك فتتكون كبريتات اليورانيل (Uranyl Sulphate) تحت ظروف الضغط الجوي العادي وفقاً للمعادلة:

$$UO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow UO_2SO_4 + H_2O$$

أما إذا كان اليورانيوم في صورة البتشبلند ـ أكاسيد يورانيوم مختلفة مختلطة مع بعضها ـ فإنه يجب أكسدته أولاً بإضافة حمض النيتريك أو أملاح الحديد إلى المسحوق قبل إضافة حامض الكبريتيك. وبالنسبة للأملاح القلوية لليورانيوم كالكربونات مثلا فإنه يفضل معالجتها ببعض المحاليل الأخرى مثل كربونات الأمونيوم أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية تحت ظروف الضغط الجوي العادي وعند درجة حرارة تتراوح بين ٧٥ إلى ٨٠°م وذلك للحصول على مركب ثلاثي كربونات اليورانيل الصوديومي وفقا للمعادلة:

$$UO_3 + Na_2CO_3 + 2NaHCO_3 \longrightarrow Na_4[UO_2(CO_3)_3] + H_2O$$

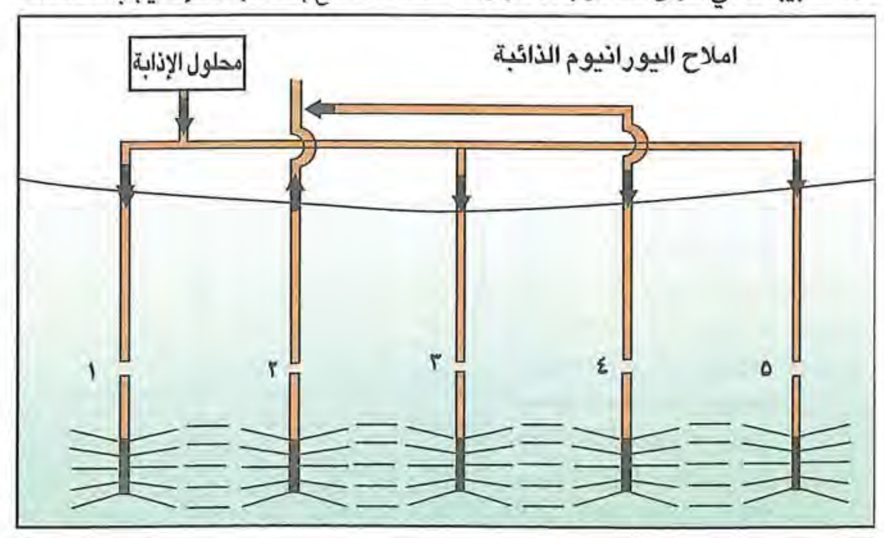
ويتم بعد ذلك فصل الملح اليورانيومي المتكون من المحلول باستخدام راتنجات مناسبة تودي إلى الحصول على اليورانيوم في صورة مركبات كبريتية أو كربونية، إلا أن هذه الطريقة المعروفة بطريقة الاستخلاص بالتبادل الأيوني يقل استخدامها بالمقارنة بطريقة الفصل بالمذيبات العضوية، التي تتكون بدورها من خطوتين تتمثل الخطوة الأولى في استخلاص اليورانيوم بمساعدة وسيط استخلاص وذلك في مذيب عضوي معين. وتتمثل الخطوة الثانية في نزع اليورانيوم الموجود في طور مائي وذلك في صورة مركب اليورانيل

$$[UO_2(SO_4)_3]^{-4}_{org} + 5Na_2CO_3 \longrightarrow [UO_2(CO_3)_3]^{4-}_{aq} + 2H_2O + 2CO_2 + 3Na_2SO_4$$

• إنتاج الكعكة الصفراء

تنتج الكعكة الصفراء ـ حوالي ـ ٦٥٪ يورانيوم طبيعي ـ بطرق مختلفة وفقاً لنوع المركب المترسب بعد عملية الإذابة والترسيب أو الاستخلاص بالإذابة أو بالتبادل الأيوني. فعند الحصول على ثلاثي كربونات اليورانيل الصوديومي $Na_4[UO_2(CO_3)_3]$ يتم معالجته بإضافة محلول قلوي مثل هيدروكسيد الصوديوم حيث ينتج ثنائي يورانات الصوديوم $Na_2U_2O_7$ وفقا للمعادلة:

$$2Na_4[UO_2(CO_3)_3] + 6NaOH \longrightarrow Na_2U_2O_7 + 6Na_2CO_3 + 3H_2O$$



• شكل (٢) إستخراج اليورانيوم بالإذابة.

أما إذا كان الراسب هو كبريتات اليورانيل UO_2SO_4 فإنها تعالج بإضافة محلول حمضي لإنتاج ثنائي يورانات الأمونيوم $(NH_4)_2U_2O_7$ وذلك وفقا للتفاعل :

$$2UO_2SO_4 + 6NH_3 + 3H_2O \longrightarrow (NH_4)_2U_2O_7 + 2(NH_4)_2SO_4$$

وهكذا يكون الناتج هو ثنائي يورانات الصوديوم في الحالة الأولى ، وثنائي يورانات الأمونيوم في الحالة الثانية . ويعرف كلا المركبين باسم الكعكة الصفراء التي تتخذ اللون الأصفر الزاهي . ويتحول كلا المركبين بالتسخين إلى أكسيد اليورانيوم الأسود U_3O_8 ، فيتحول ثنائي يورانات الصوديوم إلى هذه الأكسيد بالتسخين حتى درجة حرارة ١٢٥ ـ ١٧٥°م في حين يتحول ثنائي يورانات الأمونيوم إلى الأكسيد U_3O_8 عند تسخينها حتى ٧٥٠°م . لهذا السبب تطلق بعض المراجع على أكسيد اليورانيوم من النوع U_3O_8 اسم الكعكة الصفراء ، وهي تسمية غير مناسبة حيث يتخذ هذا الأكسيد الأخير اللون الأسود في حين أن الكعكة الصفراء تتميز بلونها الأصفر الزاهي . وتجمع الكعكة الصفراء (ثنائي يورانات الصوديوم أو الأمونيوم) في براميل من الصلب سعة الواحد ٥٥ جالونا ، وتنقل بعد ذلك لإجراء عمليات التكرير والتنقية .

مؤخرات مطاحن اليورانيوم

يحيط بمطاحن اليورانيوم ـ عادة ـ عدد من البرك والأحواض الكبيرة والأنفاق التي تستخدم للتخزين يطلق عليها اسم مؤخرة المطحنة . وتستقبل هذه المرافق جميع النفايات المشعة المتخلفة عن عمليات الطحن والمعالجات الكيميائية . ومن أهم هذه النفايات الراديوم ٢٢٦ ونواتج التفكك الإشعاعي الأخرى لليورانيوم . لذا تخضع المؤخرات عادة للمراقبة الإشعاعية الصارمة لتأمين البيئة المحيطة من التلوث . وفضلا عن المواد المشعة تصرف السوائل المختلطة بالأحماض والقلويات المختلفة إلى هذه البرك والأحواض . لذلك تخضع هذه المرافق عند الإنشاء لمتطلبات هندسية وكيميائية محددة بحيث تقاوم جميع الظروف المناخية والزلزالية والكيميائية بما لا يدع مجالا لتسرب هذه المواد الخطرة للبيئة تحت أية ظروف .

اليورانيوم من ماء البحر

من المعلوم أن مياه البحار والمحيطات تتضمن تركيزا ضعيفا من اليورانيوم يصل إلى ٠,٠٠٣ جزء في المليون وأن الطمي المترسب في قيعان البحار والمحيطات يحتوي على اليورانيوم بتركيز يصل إلى حوالي جزء في المليون . وبذلك يقدر اليورانيوم الطبيعي الموجود في المحيطات بحوالي ٤٠٠٠ مليون طن . وقد بدأت عمليات استخراج اليورانيوم من ماء البحر منذ أكثر من عقدين . ولهذا الغرض يستخدم أكسيد التيتانيوم الهيدروجيني (HTO) لإستخلاص اليورانيوم من ماء البحر ، ثم يضاف بعد ذلك محلول من كربونات الأمونيوم المائية ($NH_4CO_3H_2O$) لفصل اليورانيوم . ومنذ السبعينيات أنشأت اليابان أول مصنع تجريبي لإنتاج اليورانيوم من ماء البحر حيث تم إنتاج كمية منه ، إلا أن تكاليف الإنتاج بهذه الطريقة كانت باهظة حيث بلغت ١٩٤٠ دولارا للكيلو غرام الواحد ، وهي قيمة كبيرة بالمقارنة بالسعر الحالي لليورانيوم . كذلك يوجد اليورانيوم بتركيزات كبيرة نسبيا في بعض المعادن وبخاصة الفوسفات كما يوجد بتركيزات أقل في الفحم الحجري . وتقوم بعض الدول في الوقت الحالي باستخراج اليورانيوم من الفوسفات بسعر منافس .

اقتصاديات انتاج اليورانيوم

زادالطلب العالمي على اليورانيوم بشكل ملحوظ خلال السبعينات من هذا القرن واندفعت العديد من الدول التي تتوفر فيها خاماته بتركيزات عالية بإنتاج كميات كبيرة منه . وتراوح سعر اليورانيوم خلال السبعينيات حول ٨٠ دولارا للكيلو غرام الواحد . ومع نهاية السبعينات ومطلع الثمانينيات تجاوز إنتاج اليورانيوم الطلب العالمي تجاوزا هائلا ، فبدأت أسعاره في الانهيار حيث وصلت إلى حوالي ٤٠ دولار للكيلو غرام الواحد خلال الثمانينيات ثم استمرت الأسعار في الانخفاض إلى أن وصلت إلى أقل قليلاً من عشرين دولارا للكيلو غرام الواحد حالياً . لذا خفضت جميع الدول المنتجة لليورانيوم إنتاجها حتى أصبح المنتج منه سنويا في الفترة الأخيرة أقل من الكمية اللازمة لتشغيل المفاعلات النووية التي تعمل في العالم . ويتم استخدام الفرق اللازم حاليا من الاحتياطات المخزونة منه ، ففي عام ١٩٨٨م بلغ إنتاج اليورانيوم في العالم ٦٠٠٠٠ طن بينما لم يتجاوز الطلب في نفس العام ٥١٠٠٠ طن أي بفائض في الانتاج بلغ حوالي ٩٠٠٠ طن ، وفي عام ١٩٩٢م بلغ لطلب العالمي على اليورانيوم اللازم لتشغيل المفاعلات النووية ٥٦٨٠٠ طن في حين لم يتجاوز الانتاج ٣٥٥٢٥ طنا، أي بنقص بلغ ٢١٢٧٥ طنا . وحاليا يترقب منتجو اليورانيوم في العالم زيادة أسعاره حتى يزيدوا معدلات إنتاجهم منه . ويبين جدول (١) إنتاج بعض دول العالم من اليورانيوم خلال عامي ١٩٨٨ ، ١٩٩٢م .

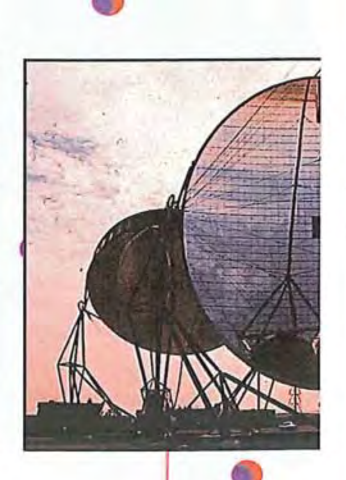
الدولة	الانتاج السنوي بالطن		
	١٩٨٨	١٩٩٢	نسبة الخفض ٪
استراليا	٣٥٣٢	٢٣٤٦	٣٤
بلغاريا	٨٥٠	١٠٠	٨٨
كندا	١٢٢٩٣	٩٢٥٠	٢٥
تشيكوسلوفاكيا (سابقا)	٢٧٠٠	١٥٣٩	٤٣
فرنسا	٣٣٩٤	٢١٢٧	٣٧
المانيا الشرقية (سابقا)	٣٩٦٥	٢٣٢	٩٤
المجر	٥٧٦	٤١٢	٢٨
ناميبيا	٢٩٦٥	١٦٩٢	٤٣
جنوب افريقيا	٣٨٠٠	١٧٦٩	٥٤
دول الاتحاد السوفيتي (السابق)	١٥٠٠٠	٨٥٠٠	٤٣
الولايات المتحدة الأمريكية	٥٠٤٠	١٨٠٨	٦٤

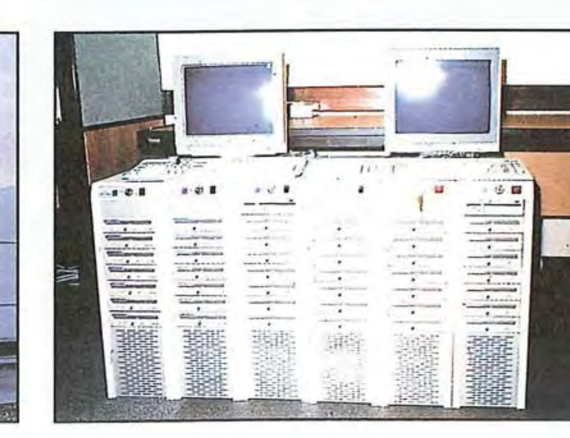
جدول (١) إنتاج بعض دول العالم من اليورانيوم خلال عامي ١٩٨٨و ١٩٩٢م.

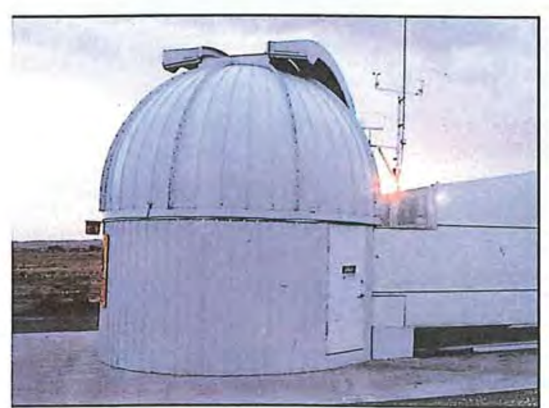
ملحق خاص

ملف العلوم والتقنية

محتويات الملف







العلوم والتقنية



د. صالح العذل

تم تداول لفظ التقنية "التكنولوجيا" عام ١٧٧٢م ، حينما إستخدمه للمرة الأولى لعالم الألماني جون بيكمان ، عند بدايات إندلاع الثورة الصناعية الأولى في أوربا . في حين اطلق البريطاني وليم هيويل لقب عَالم منذ مطلع القرن التاسع عشر .

وقد تلازم وتداخل مدلول مصطلحي العلوم والتقنية منذ بدايات إستخدامهما إلى ان تمايزا وتبلورا مؤخراً ، ففي حين وصفت العلوم على أنها معرفة العلة ، والتقنية كونها معرفة الوسيلة إلا أن تعاريف أكثر دقة أضيفت على المصطلحين عموماً وبخاصة في العقود الأخيرة على مصطلح التقنية .

فقد وصفت العلوم على أنها مجموعة لمعارف التي توصل إليها الإنسان من خلال تجاربه وخبراته وأعمال فكره الإبداعي المنظم ، بينما عُرفت التقنية على أنها التطبيق المنظم للمعرفة والخبرات المكتسبة في المهام العملية لحياة الإنسان ، وهي تمثل مجموع الوسائل والأساليب الفنية التي يستخدمها الإنسان في مختلف نواحي حياته العملية ، وبالتالي فهي مركب قوامه المعدات والمعرفة . ويميل آخرون إلى تحديد نطاق مدلول التعريف في زاوية إنتاجية خالصة فيصفونها على أنها لمعارف والمهارات الموجهة إلى - والمتضمنة في - عملية الإنتاج ، سعياً إلى زيادة الناتج والإنتاجية ، وتنويع المنتجات أو تغيير خصائصها . وهنا نجد في مضمون التعريف المجالات الرئيسة لتطبيق التقنية وجعلها مجالين هما الإنتاج والإستهلاك . ولعل تمييز البعض بين العلوم بوصفه المعرفة المتعلقة بالإجابة علي سؤال ماذا نفعل ، وبين التقنية كونها المعرفة المتعلقة بالإجابة عن السؤال كيف نفعل يرسم الحدود الفاصلة بين المفهومين ، ويتفق مع ما وصفته منظمة اليونيدو عند تعريفها التقنية في أن المقصود بها هو معرفة سر الصنعة .

وقد إستأثرت قضايا العلوم والتقنية في الوقت الراهن باهتمام متعاظم لدى الشعوب وحكوماتها ، وذلك لإعتبارها لدى الكثير مفتاح الرقي والتقدم المادي للدول المتطورة والنامية على حد سواء . فالدول المتطورة تعلق على الريادة في العلوم والتقنية إستمراراً لبقائها في زعامة الأمم وإستمرار الإزدهار والرفاه لشعوبها ، أما الدول النامية فترى في المسألة الحلول التي تبحث عنها للنهوض والتقدم ، والخلاص من التخلف .

ولئن بقي مفهوم العلم دون إلتباس بإعتباره البحث عن الحقائق الهامة النبيلة في العالم الطبيعي إلا أن التقنية قد اختلطت بها مفاهيم أخرى ذات صلة مباشرة بها مثل منتجات التقنية والقدرة التقنية ، والتطور التقني . كما حدث خلط وإلتباس آخر بين التقنية ومجالات توظيفها أو إستخدامها .

ويجب أن نميز عندما نتطرق لمعالجة القضايا المتعلقة بالمعدات والآلات فإننا في الواقع بصدد الحديث عن منتجات التقنية ، وإنتقال هذه المنتجات أو المخرجات من بلد إلى آخر لا يعني نقلاً للتقنية بل لمجسداتها . وينطبق ذلك الخلط علي التقنية والطاقة التقنية . فالتقنية هي القدرة على إنتاج المعرفة وتتجسد بوساطة القدرة التقنية التي من مقوماتها القوى البشرية والمهارات ، بالإضافة إلى صناعة الآلات والمعدات .

وأخيراً لا بد من التمييز بين التقنية ومجالات توظيفها أو تطبيقها ، فعندما نقول تقنية الإستشعار عن بعد أو التقنية الحيوية أو تقنية الطاقة فنحن في صدد المجالات أي أننا نتحدث عن النطاق الذي تؤدي فيه التقنية وليس عن التقنية كمعرفة .

تاريخ وتطور التقنية

يرجع بعض المؤرخين تاريخ تعامل الإنسان مع التقنية إلى أكثر من مليوني سنة خلت ، ويعزز إعتقادهم هذا العثور على بعض الأدوات الحجرية في أحد الأكواخ الأفريقية التي سكنها إنسان العصر الحجري في شرق تلك القارة . ويرى المنقبون أن هذه الأدوات المدببة والقاطعة ربما كانت دليلاً على ممارسات الأنسان الأولى للتقنية الخاصة بالتعامل مع الحيوانات مثل ذبحها أو سلخ جلودها .

وقد تطورت التقنية (أو التكنولوجيا)* تاريخياً من خلال تقاطع مسيرتها مع التطور الإجتماعي البشري في التاريخ . ويمكن أن نلحظ المراحل التطورية التالية للتقنية عبر التاريخ البشري :

١- المرحلة الزراعية : بدأت منذ فجر الحضارة البشرية قبل مليوني سنة حتى أواسط القرن الثامن عشر (١٧٥٠م) ، ويميل البعض إلى فصل هذه المرحلة إلى حقبتين الأولى ما قبل الزراعة وتغطي تاريخ تعامل الإنسان الحجري مع التقنية التي تنحصر في صناعة أدوات الصيد والدفاع عن النفس ومعالجة الجلود ليرتديها ككساء له ، إضافة إلى تشكيل بعض الأدوات التي تعينه على تأمين طعامه ، والثانية التي إكتشف فيها الإنسان الزراعة ونجح في تقليدها بإستزراع مواقع على الأرض من النباتات التي كانت موجودة ، وفي مرحلة متأخرة أمكن للإنسان أن يزيد كثيراً من غلته الزراعية بعد أن تراكمت لديه الخبرات ،

(*) كلمة يونانية مركبة من مقطعين هما (تكنو) وتعني الفن و(لوغوس) وتعني العلم والمعرفة ولهذا أطلقت على مايسمي علم المعرفة أوعلم المهنة.

واكتسب بها مجموعة معارف ومهارات تتصل بفهم أعمق لعناصر الإنتاج الزراعي المتداخلة وهي الأرض، والماء، والبذور، والمناخ، وأساليب تآلفها، ونتيجة لذلك فقد تولدت حاجته لتخزين الفائض عن إحتياجاته من المحاصيل فمارس بذلك تقنيات التخزين الغذائي وكل ما يتصل بها، وقد إنتشرت الحضارة الإنسانية خلال هذه المرحلة في بلاد الشرق حول أودية الأنهار مثل بلاد الشام ومصر والعراق وبلاد الهند والصين وفارس.

٢ ـ المرحلة الصناعية: وتؤرخ منذ منتصف القرن الثامن عشر حتى نهاية الحرب العالمية الثانية تقريباً، وهي المرحلة التي شهدتها أوربا الغربية، وسُجل خلالها بداية إنطلاق الثورة الصناعية الآلية، وطي سجل تقنية الأدوات والإنتقال منها إلى الميكنة، ومن الطاقة المتجددة الطبيعية ومكوناتها (الإنسان، الحيوان، الماء، الرياح) إلى أنماط طاقة أخرى جديدة وغير متجددة مثل البخار والفحم والنفط والغاز الطبيعي. وتأتي هذه المرحلة كبداية إلتقاء وتقاطع العلوم مع التقنية. فقد مهدت العلوم للتطور التقني من خلال إكتشاف القوانين الأساسية للحركة بوساطة **جاليلو** (١٦٠٩م)، بعد أن أكتشف البندول عام ١٥٨١م، وقوانين الغازات **لفان هلمونت** (١٦١٠م)، واللوغارتيمات (١٦١٤م)، والجاذبية **لنيوتن** (١٦٨٢م). ويغزو المؤرخون الإنجازات التقنية للأوربيين خلال الثورة الصناعة إلى حصيلة التراكم الحضاري لأمم أخرى غير أوربية، إضافة الى حصاد تطورهم العلمي الذاتي. فقد إستفاد الغربيون من البابليين الذين يعود لهم الفضل في صناعة آلة قياس الزمن، وتوصل المصريون القدامي إلى صناعة ساعة الماء وعجلات رفع الماء والساعات الزجاجية وإستخلاص البردي للكتابة عليه، في حين عرف الفينيقيون الشموع وقوالب الشمع حين أستخدمت للكتابة عليها ثم صهرها بعد إنتهاء الغرض منها، كذلك استفاد الغربيون من إبداعات الحضارة الصينية القديمة ومنتجاتها مثل صناعة الورق، والخزف والفخار وغزل الحرير وإختراع البوصلة. أما الإرث العلمي للحضارة الإسلامية العربية فقد نهل منه الغرب الأوربي عبر قنوات عديدة أهمها الأندلس الذي دام إحتكاك الغرب به ثمانية قرون، ثم صقلية التي خضعت للمسلمين ثلاثمائة عام، وبعدها جاءت الحروب الصليبية لمدة قرنين، وأخيراً الفتح العثماني لشرق أوربا، ومن زخم هذا الإرث أخذ الأوربيون علم الفلك وأهم أدواته في ذلك التاريخ، وهو آلة الربع الفلكية، وعرفاناً بالفضل أطلقت أسماء ٢٦ عالماً مسلماً على بعض المناطق على السطح المخفي للقمر (منهم إبن سينا، وأبوالوفا، وأبوالفدا، والبيروني، والحسن بن الهيثم، والكندي، ونجم الدين المصري)، كما لم تزل أيضاً بعض النجوم أو مواقعها تعرف بأسمائها العربية، كما أخذ الأوربيون عن الحضارة الإسلامية ما توصلت إليه في علم الضوء والكيمياء والرياضيات وكثيراً من العقاقير والطب، كما يعود الفضل للحضارة الإسلامية في إرسائها حجر الأساس لبعض أقدم الجامعات في أوربا مثل جامعات طليطلة وأشبيليا في أسبانيا ومونبليه وتولوز في فرنسا، بعد أن كان لهم السبق بين الأمم والحضارات السابقة في إرساء مناهل العلم الأولى مثل مدرسة العلماء عام ٧٥٤م، وبيت الحكمة في بغداد أيام **هارون الرشيد**. وقد أنصفت مكتبة الكونجرس الأمريكية الحضارة الأسلامية حين نقشت في سقفها العبارة المتممة التالية "الينبوع الأول للحضارة في العلوم الطبيعية إنما هو العصر العربي الأسلامي".

٣ ـ المرحلة العلمية والتقنية المعاصرة: وهي المرحلة التي نعاصرها حالياً منذ إنتهاء الحرب العالمية الثانية، حيث تشهد هذه المرحلة التقدم الانفجاري الشامل في جميع المجالات العلمية والتقنية، وتنفرد هذه المرحلة عن المراحل السابقة بالإرتباط الوثيق بين العلم والتقنية وولادة مفهوم جديد للتقنية على أنها التطبيق المنظم للعلم في مجالات الإنتاج وبخاصة في الدول المتطورة، وقد تعزز في هذه المرحلة دور العلوم البحته أو الأساس وأصبحت هذه العلوم قوة مولدة للتقنية، ومن هنا فقد تلاشت أو كادت أن تنتهي مجازاً المسافة بين المعارف العلمية والتطبيقات التقنية التي صار لابد لها من جهد علمي يمهد لها ويسبقها، حتى باتت المسافة بين المعارف والتطبيقات المنبثقة عنها إحدى المعايير التي يقاس عن طريقها السبق الحضادي، وقد شهدت هذه المرحلة ولادة علوم جديدة وتقنيات جديدة قادرة على أن تلعب دوراً في تغيير مفاهيم تقنية كثيرة وسائدة وبدت ملامح هذه المفاهيم منذ عقدين تقريباً، ولو أردنا إيجاز الخصائص التي إنفردت بها هذه المرحلة العلمية التقنية لوجدنا أن أهمها ما يلي:

أولاً: التطور السريع في العلوم المؤسسة للإبتكارات التقنية كما أشرنا.

ثانياً: دور الدولة في التقدم العلمي والتقني وتحول الجهد الفردي ضمن المنظومة المؤسساتية للدولة، كذلك تبني الدول رسم المعالم الرئيسة للجهد العلمي والتقني الأساسي وانفرادها بتحديد إتجاهاته وتوجهاته مثل: التقنيات المتعلقة بالفضاء والإلكترونيات المتطورة والذرة والصناعات الحربية المتطورة، وما يمكن توظيفه في مجالاتها من تقنيات أخرى.

ثالثاً: الأتمته شبه الكاملة وإستخدام الحاسوب في جوهر المسائل والقضايا العلمية والتقنية، كما تم إبدال مفاهيم راسخة بمفاهيم جديدة تعتبر حالياً في أطوارها الإبتدائية، وللتبسيط نشير إلى علم **السبرانية (Cybernetics)** الذي يعتمد عليه حالياً في تفسير الحركة بدلاً من الميكانيكا، وعلم **(Bionics)** الذي تحاكي فيه الآلة الأنظمة الحية، وغيرها.

رابعاً: قصر ومحدودية الإستشراف العلمي والتقني وتسارع وتدفق منجزات ومنتجات العلوم والتقنية، وحمى تسابق الأمم نتيجة لذلك.

فبالرغم من الدراسات المستقبلية الجادة والرامية إلى التعرف على معالم المستقبل العلمي والتقني واحتكام الكثير لنتائجها، إلا إنها لا تزال قاصرة عن تحقيق التوقعات العلمية والتقنية المؤكدة، وهو ما يعزز إعتقاد بعض الخبراء أن أهم سمات هذا العصر هو كمية ونوعية إبتكاراته التقنية والعلمية وصعوبة رصد منتجاتها عملياً، وللتأكيد عن هذا المدلول نستعير ما يدور

حالياً في الأوساط العلمية من تنبؤات أو توقعات مبهمة بعد الإختراق العلمي المتعلق بإنسال أو استنساخ النعجة دوللي مؤخراً في معهد **روزلين** البريطاني، والحوار العلمي الدائر والساخن حول ذلك وبالأخص الجانب المتعلق بإرتياد آفاق التطبيقات المحتملة خلال العقود المقبلة في مجالات الهندسة الوراثية .

العلوم والتقنية والتنمية

يقول **الإمام الغزالي** يرحمه الله : " العلم بلا عمل جنون ، والعمل بلا علم لا يكون " إستوحي البعض من هذا القول المأثور ما قد يشير إلى علاقة غير مباشرة بين العلم والتقنية ، إلا أن الدارسون يرجعون تاريخ العلاقة المباشرة بينهما إلى أواسط القرن العشرين حين برزت بشكل واضح في البلاد المتقدمة في حين إستمر تأثير العلوم هامشياً على التقنية في البلاد المصنفة بالدول النامية أو دول العالم الثالث ، مما أتاح للمسافة التقنية أن تتسع وتتعمق ما بين ما يطلق عليه بلاد الشمال والجنوب أو الدول المتقدمة والدول النامية ، غير أن هناك إعتقاداً آخر يخالف المفهوم الذي يربط بين منظومتي العلم والتقنية ويرى عدم إرتباط المنظومتين في معظم التقنيات العادية أو المتداولة البسيطة ، ويعتبر إرتباط العلوم والتقنية ليس ضرورياً إلا في حالات التقنيات المعقدة والفائقة التطور ، عندها فقط تصبح العلاقة بين المنظومتين شبه محكمة ومتلازمة . أما مسألة التنمية بشمولها فهي الجهود المنظمة التي تبذل وفق تخطيط مسبق ومعتمد يرتكز على القدرات البشرية الفاعلة ، والإمكانات الإقتصادية والمادية المتوفرة في بيئة إجتماعية محددة بهدف ثابت يرمي إلى الإرتقاء المستمر بالدخل الفردي للمواطن والدخل القومي للدولة ، كما ترمي إلى رفع مستويات الحياة بجوانبها المتعددة مثل التعليم والثقافة والصحة لشرائح المجتمع المختلفة ، ومن ثم الوصول إلى درجات مرتفعة من الرخاء والرفاهية الإجتماعية .

ووفق ذلك فإن التنمية الإقتصادية التي ترتكز عليها وترتبط بها الجوانب التنموية الأخرى تتم عن طريقة التقدم الإقتصادي من خلال زيادة الدخل القومي بما يحقق رفع مستوى المعيشة لجميع أفراد المجتمع ، ومن ثم إطلاق طاقات أبناء المجتمع الكافية ولتوظيف جميع قدراتهم للمساهمة ببناء الوطن وترسيخ مشاعر ولائهم وإنتمائهم وتفانيهم ليرتقى هذا الوطن دائماً في طريق التقدم نحو الصدارة .

من هذا المنظور يتضح أن التنمية الإقتصادية ترتبط وتتلازم بالتنمية الإجتماعية وأن الإنسان هو المحور في كليهما وبناء قدراته وإنمائها هو الهدف الأساسي للتنمية وفي الوقت ذاته ضمان استمرارها وتعزيزها ، ولا شك أن محور قدرات الإنسان النافذة في قضية التنمية هي قدراته العلمية والتقنية لأنه كما أشرنا عند تحديد المفاهيم الأساسية فإن العلوم والتقنية أساساً هي : **مجموعة المعارف والمهارات التي يمتلكها الإنسان ويتوقف أداؤه في كيان المجتمع عليها وليست هي الآلات أو المعدات وما ينتج عن ذلك** . ومن هذا التعريف يتضح الإرتباط والتفاعل بين العلوم والتقنية في جانب والتنمية من جانب آخر ، وترتهن مسألة استمرارية وديناميكية العملية التنموية ببناء وحشد الإمكانات العلمية والتقنية للمجتمع وقدرتها على تلبية الإحتياجات التي تتطلبها التنمية بشكل متواصل ، وربما يبدو أن ما أشرنا إليه من قول **الإمام الغزالي** قديماً في " أن العمل بلا علم لا يكون " ينطبق على التفاعل بين العلوم والتقنية من جهة والتنمية من جهة أخرى في حال تجاوزنا مفهوم العمل والعلم للنطاق الذي أريد له .

إهتمام الدول بالعلوم والتقنية

يعد التفاعل بين العلم والتقنية ودورهما في التنمية أحد أبرز السمات المميزة للدول الصناعية الكبرى ، كما أن تأصيل العلوم والتقنية ورعايتهما أصبح أهم المتطلبات الإستراتيجية للتنمية الوطنية الشاملة ، وقد إنتهجت مجموعة من الدول النامية سياسات صارمة في هذا السبيل وعرفت إعلامياً فيما سمي بالبلدان حديثة التصنيع [Newly Industrialized Countries (NICS)] وهي الأرجنتين والبرازيل والمكسيك في أمريكا اللاتينية ، والهند وكوريا الجنوبية وتايوان وسنغافورة وهونج كونج في آسيا ، إضافة إليها ماليزيا التي إنضمت في السنوات الأخيرة إلى هذه المجموعة بعد أن حققت معدلات تنمية وتصنيعية مدهشة لفتت إليها الأنظار .

ومما لا شك فيه أن المعجزة اليابانية والألمانية بعد الحرب العالمية الثانية ، والنتائج المبهرة التي حققتاها من الجهد التنموي الشامل والتصنيعي بوجه خاص كانتا نموذجاً إحتذت به هذه الدول بعد أن خضعت تجربة كل من اليابان وألمانيا إلى دراسات مستفيضة ساهمت نتائجها دون شك في وضع إطار لاستراتيجية التنمية التي كانت المرتكز الذي تأسست عليه الدول حديثة التصنيع ، وربما يكفي أن نتناول بتفصيل أدق أبرز هذه الدول وهي كوريا الجنوبية كنموذج رائع يستفاد من تجربتها كإحدى الدول النامية التي أصبحت ضمن مجموعة الدول الحديثة التصنيع (NICS) ، وفي الكيفية التي يمكن بها لدولة نامية تطوير اقتصادها الوطني عن طريق تحقيق التقدم في مجال العلوم والتقنية .

تاريخياً ، كان لكوريا تراثاً علمياً يمكن الإستدلال عليه من خلال المرصد الفلكي القديم فيها والمسمى (**شيلاداينستي**) ، ومن إختراعها أول مطبعة في التاريخ سبقت مطبعة جوتنبرج بحوالي مائتي عام .

أما بدايات مرحلة إستثمار العلوم والتقنية كمحرك لحركة التصنيع الوطني المعاصرة فقد بدأت منذ عام ١٩٦٢م ، في تلك الفترة خرجت كوريا من كابوس الدمار والخراب ـ الذي خلفته الحرب ـ كواحدة من أفقر دول العالم ، وقد وضعت في تلك السنة خطتها الخمسية الأولى متضمنة السياسات والإستراتيجيات الموجهة لتطوير العلوم والتقنية من أجل التنمية ، وقد وضعت الإستراتيجيات لتغطية ثلاث مراحل هي الستينيات والسبعينيات والثمانينيات ، ففي عقد الستينيات تم تطوير الصناعات القائمة على الإستيراد والإستبدال والتوسع في الصناعات الخفيفة ، ودعم الصناعات المنتجة للسلع الإستهلاكية ، وقد ركزت

الحكومة الكورية على الإستراتيجيات الموجهة بإدخال التقنيات الأجنبية مع تكوين البنية الأساسية والتقنية الداخلية ، وفي هذا السبيل تم إنشاء وزارة العلوم والتقنية التي أنيط بها وضع وتنفيذ السياسة الوطنية للعلوم والتقنية ، وكذلك مسؤولية التنسيق والتطوير في هذا المجال ، ومن أهم إنجازات الوزارة في هذه الفترة إنشاء المعهد الكوري للعلوم والتقنية عام ١٩٦٦م ليتولى أنشطة البحث والتطوير بإعتبارها النهج الأساسي لتحقيق أهداف التطوير العلمي والتقنية ، كما أصدرت القوانين اللازمة لجعل المعهد بمثابة هيئة بحثية معتمدة للقطاعات الصناعية التي تم تركيز الخطة الوطنية عليها .

في مرحلة السبعينيات وضعت الحكومة الكورية ثلاث إستراتيجيات هي :

- زيادة تطوير القوى العاملة التي تحتاجها الصناعات الثقيلة والصناعات الكيميائية .
- تطوير الإجراءات النظامية لتطويع التقنيات المستوردة .
- دعم أنشطة البحث والتطوير مع التركيز على التطبيقات الصناعية .

ومن أجل ذلك تم تأسيس المعهد الكوري المتقدم للعلوم عام ١٩٧٠م كي يتولى مسؤولية التعليم العلمي على مستوى التعليم العالي ، وصمم المعهد لتقديم برامج دراسات عليا علمية مستقلة بدعم من وزارة العلوم والتقنية ، وقد قام المعهد بمنح أكثر من ٦٠٠٠ درجة دكتوراة وماجستير ، وأكتسب سمعة عالية جيدة على المستويين الداخلي والخارجي لتميزه أكاديمياً في التخصصات الهامة التي كان لها الدور الكبير في مسيرة العلوم والتقنية .

وخلال عقد السبعينيات أصدرت وزارة العلوم والتقنية مجموعة من الأنظمة بالغة الأهمية لتطوير العلوم والتقنية منها : نظام تطوير العلوم والتنمية ، ونظام تعزيز تطوير التقنية الصناعية الذي يحدد الحوافز المالية للقطاع الصناعي ، ونظام تعزيز الخدمات الهندسية ، ونظام المؤهلات الفنية الوطنية الذي يهدف إلى رفع مستوى أداء العاملين في المجال الفني ، ونظام مساعدة هيئات البحث الذي يحدد الحوافز المالية والمساندة النظامية لمعاهد البحوث في المجالات المتخصصة سواء الحكومية أو التابعة للقطاع الخاص ، ونظام المؤسسة الكورية للعلوم والهندسة الذي يرسي النظام الأساسي لإنشاء هذه المؤسسة التي تقوم بتعزيز البحوث في العلوم التطبيقية .

واتبعت الحكومة الكورية خلال هذه الفترة سياسة تقنية تتيح للعلوم والتقنية أن تلعب دوراً رائداً في التطوير الإقتصادي والإجتماعي ، كما حرصت الحكومة على إيجاد البيئة الإجتماعية التي تحفظ للعلميين فيها المكانة المرموقة التي تشجعهم على العطاء والتفاني في أداء مسؤولياتهم .

كذلك تم إنشاء لجنة إستشارية عالية المستوى من خبراء في المجالات العلمية والأكاديمية والصناعية يناط بها رفع التوصيات لرئيس الجمهورية مباشرة فيما يخص السياسات المتعلقة بالعلوم والتقنية .

أما في الثمانينيات فقد شهدت عهد التوسع الكبير في أنشطة البحث العلمي والتطوير عن طريق إنشاء المشروعات الوطنية الخاصة بها ، ومراكز أبحاث القطاع الخاص ، حيث إرتفع عدد معاهد البحوث الخاصة من ٥٢ معهداً عام ١٩٨٠م إلى ٥٠٣ عام ١٩٨٨م ، وأسست خلال هذه الفترة أيضاً ٣٧ إتحاداً وجمعية أبحاث علمية ، كما قامت الحكومة في هذه المرحلة بإنشاء المجمعات الصناعية في المناطق الرئيسية بالدولة مثل مدينة دايدوك العلمية ومراكز الأبحاث المتخصصة في المناطق الرئيسية الصناعية الموزعة في كافة أنحاء كوريا ، وتشكل هذه المراكز شبكة علمية بحثية متكاملة محورها مدينة دايدوك العلمية .

لقد نجحت كوريا من خلال تنفيذ سياساتها التي أشرنا إليها في تأمين الكوادر العلمية المؤهلة وتطوير قدراتها التقنية والعلمية ، كما إبتكرت أنظمة الإدارة التي تدعم هذه التوجهات ، كما ركزت بشكل كبير على الأستثمار المخصص للبحث والتطوير ، وقد أدت مجمل هذه الجهود إلى إحداث تغيير هيكلي في الإقتصاد بحيث أصبح الإقتصاد الكوري قائماً على التقنية الحديثة وعلى الأفكار والعقول .

وتشير الإحصاءات الحالية والتوقعات المدعمة أن إجمالي عدد المهندسين والعلماء في عام ٢٠٠١م سيبلغ ١٥٠,٠٠٠ عالم من ذوي المستويات الرفيعة القادرة على أداء الأدوار القيادية الرائدة في مجالات عملهم ، أي أن نسبتهم ستبلغ ٣٠ لكل ١٠,٠٠٠ شخص حسب الإحصاءات السكانية ، وتعتبر هذه النسبة من النسب العالية عالمياً . وفيما يتعلق بنسبة الإنفاق على البحث والتطوير فقد إرتفعت النسبة من ٠,٩٪ من إجمالي الناتج القومي عام ١٩٨١م إلى ١,٩٩٪ عام ١٩٨٦م ، وإلى ٣٪ عام ١٩٩١م . وستبلغ هذه النسبة في منعطف هذا القرن ٥٪ عام ٢٠٠١م . وستكون من أعلى نسب الإنفاق على البحث والتطوير في العالم .

وبالرغم من هذه الجهود الجبارة إلا أن طموحات كوريا لا تزال أعظم من جهودها فهي تخطط لبلوغ هدف بعيد وجسور يضعها في مصاف مجموعة الدول العشر الأكثر تقدماً في العالم ، ولتحقيق ذلك فقد وضعت وزارة العلوم والتقنية خطة طويلة الأجل لبلوغ هذا الهدف عام ٢٠٠٠م .

يعتمد تنفيذ الخطة طويلة الأجل على الأستراتيجيات التالية :

١ - تحقيق أقصى إستثمار للموارد المحدودة المتوفرة في مجالات تم إختيارها بدراسة وعناية فائقة .

٢ - تنفيذ أنشطة التعاون في مجال البحوث بين مؤسسات البحوث الأكاديمية والصناعية والعامة .

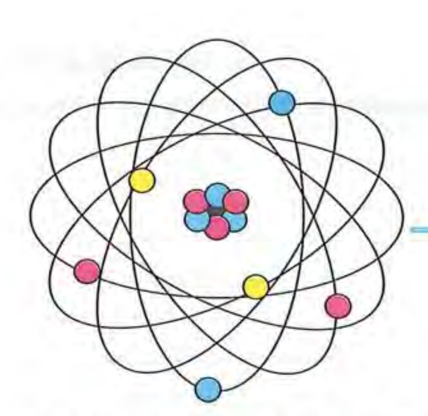
٣- تنفيذ إستراتيجية تدويل البحث والتطوير القادرة على تجاوز النقص في الكوادر الوطنية العلمية والتقنية .

٤ - منح الإستقلالية لمؤسسات القطاع الخاص لتمتلك المرونة الكافية للإستفادة من أوضاع السوق .

وسيؤدي تنفيذ هذه الإستراتيجيات حسب توقعات الحكومة الكورية من نقلها عند عتبة القرن المقبل إلى مصاف الدول العشر الأكثر تقدماً في العالم .

وخلاصة القول أن النموذج الكوري للدول النامية يعتبر مثالاً حياً قابلاً للتطبيق والتحوير ضمن الظروف البيئية والمادية للدول الأخرى ، كما أنه يؤكد الحقيقة القائلة أن الشعوب قادرة على صنع المعجزات بإذن الله عند توفر الإرادة الصارمة لتحقيق ذلك .

نقل العلوم والتقنية



د. محمد أحمد طرابزوني

تشهد الحضارة الإنسانية المعاصرة تغييرات جسيمة في أساليب التعايش والتكيف للحصول على حياة آمنة ، قائمة على مزيد من الرفاهية والرخاء والأمن والاستقرار للشعوب ، تحت ظروف مؤثرات نمط موازين القوى والتكتلات الاقتصادية ، والنظام العالمي الجديد ، ومن خلال العلاقات الموجودة في المجتمع الواحد وفيما بين المجتمعات .

وتعد هذه التغييرات التي تواكب الإنجاز العلمي والتقني الحديث المسؤول الأهم عن كل هذا التقدم والرقي الذي تحقق في النصف الثاني من القرن العشرين وبالأخص بعد نهاية الحرب العالمية الثانية ، وحصول الدول على استقلالها ، وقيام هيئة الأمم المتحدة ومنظماتها المختلفة التي انضمت إليها الدول . كما أن حجم وعمق تأثير التقدم التقني الحالي على حضارة الإنسان المادية والثقافية والاقتصادية كان أكبر بكثير من كل ما أنجزه الإنسان قبل ذلك من تقدم وازدهار ، وهذا يضع نصب أعيننا أهمية التقنية التي تعتبر أهم إنجازات العصر الحديث ومن أهم مقاييس رقي وتقدم الدول .

وقبل أن نبدأ في شرح أهمية التقنية ومشاكلها ووسائل الحصول عليها وآثارها لابد لنا من التعرض لمفهوم هذه الكلمة التي استحوذت على اهتمام الكثير من العلماء والمفكرين وصانعي القرار في كلا القطاعين العام والخاص خصوصاً ونحن على مشارف أبواب القرن الواحد والعشرين .

مفهوم التقنية (التكنولوجيا)

يستخدم رجل الشارع الاصطلاح الأجنبي (Technology) للدلالة على الجودة ، وأحياناً في مجال الدعاية والإعلان لإبراز كمال السلعة وبلوغها قمة الإتقان والجودة . لكن التعريف اللغوي لكلمة تكنولوجيا المكونة من كلمتين إغريقيتين (Techno) تعني صنعة و (Logy) تعني علم ، أي هو علم الصنعة الآخذ بالأساليب العلمية في العمل والإنتاج ، وهو مايعبر عنه الاصطلاح العربي بلفظ تقانة .

وهذا التعريف اللغوي اللفظي في كثير من الأحيان لايعني مفهوماً بذاته كما أنه لايشير إلى شيء بعينه ، ومن الواضح أنه ليس هناك جدوى من البحث عن تفسير لغوي لهذه الكلمة لأنها مصطلح علمي ، وهذا يؤدي إلى أن هناك علاقة وطيدة تربط بين العلم والبحث العلمي والتقنية ، خصوصاً وأن الاسلام يدعو إلى العلم فيقول الله في محكم كتابه ﴿ إقرأ بإسم ربك الذي خلق ، خلق الإنسان من علق ، إقرأ وربك الأكرم الذي علم بالقلم ، علم الإنسان مالم يعلم ﴾(١) ، وكما أن الله أنزل في القرآن الكريم قصص الأنبياء مع أقوامهم ، وبين كيفية الخلق والخليقة والظواهر الكونية والطبيعية ، وأيضاً عدّد وفصل أنواع الأشجار والثمار والمعادن والحيوانات ، وكنوز البر والبحر ، مما أنزله سبحانه وتعالي بلغة القوم ؛ أي اللغة العربية ، لكي يفهموه ويتدبروه . فالعلم هو عبارة عن نشاط فكري منظم يهدف إلى زيادة سيطرة الإنسان على الظروف الطبيعية المحيطة به واستخدامها لصالحه(٢) .

والعلم هو أساس المعرفة ، التي هي عبارة عن مجموعة المفاهيم والمعاني والتصورات والأحكام ، التي تتكون لدى الإنسان نتيجة لخبراته في الحياة ولتعامله مع الظروف الطبيعية المحيطة به ، ولقد كان للإسلام وحضارته دور كبير في ذلك حيث أن الاسلام يدعو إلى الأخذ بالأساليب العلمية في الإنتاج والعمل ، وذلك لقوله تعالى ﴿ قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون ﴾(٣) الآية . كما أن الله العلي القدير وضع للإنسان أفضل أسلوب علمي منهجي لكي يصل إلى النتيجة ، فأمره بالنظر والتبصر في مخلوقات الله وعظمته والقيام بالعد والاحصاء والاهتمام بالزمن والمواقيت والالتزام بالنظم والقوانين ، وهذا المنهج العلمي السليم أوصل العالم الاسلامي في القرن الثالث الهجري (العاشر الميلادي) إلى قمة الريادة والتقدم ، خصوصاً بعد أن اهتم العلماء والمفكرون بترجمة كتب ونظريات الحضارات السابقة ، التي صاغوها صياغة جديدة مبنية على الاستنباط والاستدلال ووضعوا القوانين والنظريات ، وقاموا بإجراء التجارب وعمل العمليات ، وألف المبدعون منهم الكتب التي أصبحت منهلاً ومناراً مشعاً لعلماء أوربا في القرون الوسطى ، ومرجعاً علمياً في أكبر جامعاتهم ، والتقنية التي يتحدث عنها الجميع اليوم ماهي إلا التطبيق السليم للمعرفة في جميع المجالات الإنتاجية والخدمية بغية رفع مستوى المعيشة ونوعيتها ، أي أن التقنية كما يعرفها الإسلام هي إتقان العمل وتحسين الإنتاج كماً وكيفاً ، وذلك لقول الرسول ص ﴿ إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه ﴾(٤).

والتقنية حسب أبسط تعريف لها هي استخدام التطبيق العلمي على أي نطاق (تجاري ، أو صناعي ، أو زراعي ، أو خدماتي) لمجموعة وسائل وأساليب المعرفة والمهارات المتاحة والمكتسبة من الاكتشافات العلمية وبراءات الاختراع ، التي نتجت عن عمليات

البحث والتطوير، للمساهمة في عمليات التوسع السريع في أساليب الانتاج وتحسين مستواه وخفض تكاليفه، وأيضاً لإيجاد مجموعة متزايدة من السلع على نطاق أوسع وبأسعار تنافسية.

ولاتعني التقنية ملاحقة الأفراد، أو الدول أحدث معطياتها ومستخرجاتها وصورها، وإنما تعني اختيار ما يتناسب منها لواقع المجتمع واحتياجاته. إذاً ما يصلح لمجتمع معين قد لا يصلح لآخر يختلف عنه في ظروفه وبيئته. فظروف كل مجتمع حسب نوعية ثرواته وموارده الطبيعية، وكثافته السكانية ومستواه العلمي والمعيشي، وأيضاً احتياجات الجهات المختصة والمواطنين الأساسية، هي وحدها التي تحدد التقنية المطلوبة، وليس كما هو معتقد أن التقنية الحديثة والمتطورة والمتقدمة أفضل من التقنية التقليدية، خصوصاً وأن هناك مجالات تتفوق فيها الصناعات اليدوية على الصناعات الآلية، كما هو في صناعات النسيج، والأحذية، والخزف... إلخ.

مما سبق يلاحظ أن التقنية والعلم مرتبطان بعضهما ببعض، فما التقنية إلا ثمرة العلم، والتقنية لم تكن لتظهر لو لم يمهد لها العلم الطريق، ويفتح لها آفاقه، ويمدها بالنظريات، ويضع لها النماذج والخطط. والعلم لم يتمكن ولن يتمكن من أن يؤتي ثماره، إلا من خلال التقنية التي تعمل على تحويل الناتج العلمي إلى تطبيقات عملية مبنية على احتياجات التنمية الاقتصادية في كل بلد حسب متطلباته من آلات، ومعدات وأجهزة، وسلع، وخدمات.

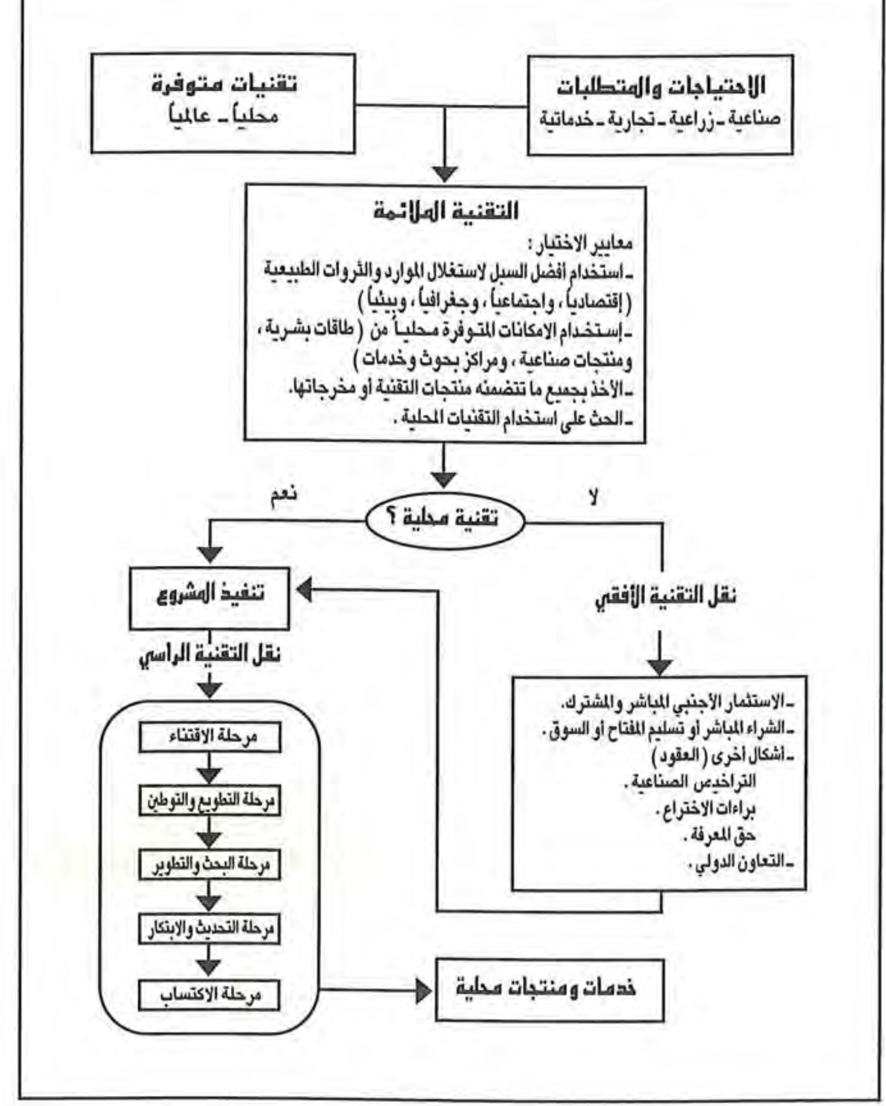
مفهوم نقل التقنية

العالم كما نعرف اليوم ينقسم إلى قسمين، الأول ينتج التقنية ويصرف الأموال الطائلة التي تتجاوز ٢,٥٪ من دخله القومي على دعم وتطوير مجالات البحث العلمي، كما أن تحت حوزته نسبة عالية من الصناعات، وبراءات الاختراع، والبرامج التقنية المتميزة، التي تعطيه مردوداً اقتصادياً ومركزاً ريادياً مرموقاً، والآخر يستخدم التقنية ويمتلك موادها الخام ولديه الكثافة البشرية أو الموارد المادية، ويسعى جاهداً لاقتناء التقنية لبناء تنمية اقتصادية تتلاءم مع احتياجاته وتحد من البطالة وتوفر الرفاهية والأمن للمواطنين والازدهار والرقي للبلد.

وهناك تعاريف وشروح تناولت موضوع نقل التقنية، خصوصاً بعد أن أصبحت التقنية سلعة ذات أهمية سياسية واقتصادية تباع وتشترى وقابلة للتصدير والحجب والابتزاز، وكذلك تفرض عليها المعايير والقيود. وبغض النظر عن التعاريف الكثيرة فإن الهدف الرئيسي من نقل التقنية هو تكييفها وتطويعها لكي تلبي متطلبات الاحتياجات المحلية وذلك بواسطة مزجها بالموجودات المحلية لخدمة النمو الاقتصادي والاجتماعي وتحسين وتنويع مصادر الدخل(٥).

وتتركز المراحل التي يتم فيها نقل التقنية أولاً على احتياجات ومتطلبات، وثانياً على تقنيات متوفرة محلياً أو مستوردة، ويجب أن تكون التقنية المطلوبة ملائمة ومختارة حسب معايير ونظم، وأيضاً تلبي وتسد الاحتياج المحلي أو الإقليمي أو العالمي، وهناك نمطان من أساليب نقل التقنية وهما **النقل الأفقي** الذي يتم فيه نقل التقنية من الخارج، و**النقل الرأسي** الذي يرتبط بتطوير التقنية في الداخل كما هو موضح في الشكل (١).

ويعد أسلوب النقل الرأسي للتقنية الطريقة المثلى التي تنبع عن احتياجات



● شكل (١) يوضح مراحل نقل التقنية الرأسي والأفقي.

متطلبات المجتمع وبالأحرى الجهات ذات العلاقة ، ويتم دراستها من قبل المختصين الذين يضعون استراتيجيات وخطط علمية عملية تعتمد أولاً وأخيراً على الدعم المالي السخي ، وتواجد مراكز البحوث المجهزة بأحدث المختبرات والأجهزة ؛ إضافة إلى ذلك يهتم بالتركيز على كسب وتعيين الكوادر الوطنية ذات الكفاءة العالية القادرة على تحويل نتائج البحوث الأساسية التي تقوم بها الجامعات ومراكز البحوث إلى مرحلة تطبيقية، من خلال اختيار الأساليب التقنية المتقدمة لمعالجة المواضيع ولإيجاد الحلول والحصول على نتائج جيدة ومفيدة في باحتياجات المجتمع ، كما تساهم في بناء صناعات ذات جودة متميزة ، وتقدم خدمات رائدة يعطي كل منها مردوداً علمياً واقتصادياً مرموقاً ، وبناءً عليه لا يمكن اعتبار نقل التقنية عملية ناجحة إلا بقدر ما يتحول النقل الأفقي للتقنية إلى نقل رأسي يرتبط ارتباطاً عضوياً وآلياً بهياكل المجتمع المحلي والبيئة التي تحيط به (٦) .

وسائل نقل التقنية

أصبحت قضية التقنية وعقودها تحتل مكاناً هاماً وسمة بارزة من سمات التجارة الخارجية ، ودخلت مواضيعها كمواد أساسية ضمن المناقشات والمفاوضات الإقليمية والدولية ، وتعددت الوسائل التي من خلالها يمكن للتقنية بشقيها الأفقي والرأسي أن تنتقل من جهة إلى أخرى ، ومن شخص إلى آخر ومن أهم هذه الوسائل ما يلي :

● الاستثمار الأجنبي المباشر والمشترك :

تسعى معظم الدول إلى تشجيع وجذب رؤوس الأموال الأجنبية للاستثمار فيها وذلك بالسماح للشركات الأجنبية بإنشاء وملكية مشاريع صناعية بالكامل ، وفي الوقت نفسه تتولى الشركات الأجنبية سائر عمليات إنشاء المشروع وتشغيله وإدارته حسب اتفاق خاص مع الدولة المضيفة، وهناك الاستثمار الأجنبي المشترك الذي يتم فيه الدمج بين الأموال والخبرات والإمكانات الأجنبية مع الأموال والإمكانات الوطنية حسب شروط ومتطلبات معينة ، وتسعى الدول التي يقام فيها المشروع إلى امتلاك أكثر من ٥٠٪ من حصص رأس مال المشروع . ويعد هذا الأسلوب أجدى وأفضل من الاستثمار المباشر ، لكونه يساعد ويسهل لدولة المشروع الاستفادة من المعرفة والخبرات التقنية والإدارية التي يقدمها الشريك الأجنبي ، كما يساهم بجدية في مجالات التدريب والتشغيل والصيانة، ووفرة الأسواق وتحديث المواد المصنعة .

● الشراء المباشر :

يعد الشراء المباشر وسيلة جيدة لاقتناء التقنية واستخدامها ، وهو يتم عن طريق الاستيراد المباشر أو شراء المصانع الجاهزة (تسليم المفتاح ، أو تسليم السوق) ، ولكنه لايساعد المتلقي على اكتساب التقنية وتطويعها بسبب الشروط والقيود التي تفرض من قبل المصدر(٧) . ومن أهمها قيود التصدير ، والأنظمة التي تعمل على تحديد آداء وفعاليات الأجهزة وغرض الاستخدام وطرق التشغيل . ويتطلب الشراء المباشر من البداية توفر مبالغ باهظة تغطي تكاليف المشروع ، وعقود التركيب والتشغيل والصيانة، وبناء المنشآت . كما يعد نقل التقنية من خلاله محدوداً ويتطلب مهارات وطنية إدارية وفنية تستطيع اتخاذ القرار الجيد في عمليات اختيار وتقييم التقنيات المطلوب الحصول عليها ، وكذلك وجود بيوت الخبرة (الاستشارية ، والهندسية ، والقانونية) الوطنية التي تساهم في تفتيت مكونات المصنع ، وعقود التقنية لتحديد الأسعار والاستفادة مما هو موجود محلياً .

● أشكال أخرى لنقل التقنية :

تتخذ عمليات نقل التقنية في مجالات البحث والتطوير والصناعة على وجه الخصوص أشكالاً عديدة ، تعد معقدة وتتسم بالصعوبة ، وتحتاج إلى توضيحات تفصيلية أكثر شمولاً لإظهار مدى دقتها وتعقيدها ، ومن أهم أشكالها ما يلي :

* **التراخيص الصناعية (Licences) :** وتشمل عدة عناصر يمكن بموجبها البيع أو التنازل عن حق من حقوق الملكية الفكرية الصناعية ، سواءاً أكانت علامة تجارية ، أم براءة اختراع ، أم امتياز ، ويتم ذلك بواسطة اتفاق مبرم يمنح بموجبه المتلقي الحق في استغلال البراءة ، أو العلامة أو الامتياز لمدة زمنية محددة تتراوح بين ٥ – ٢٠ سنة ، وذلك مقابل دفع مبالغ معينة كنسبة من الإنتاج أو المبيعات ، أو الحصول على مبلغ إجمالي مقابل ذلك . ويضع المصدر شروطاً تحد من عمليات التصدير ، ويتمسك في كثير من الاحيان على أن يكون استيراد معظم المواد الخام والمستعملة من قبله أو عن طريقه .(٨)

* **براءات الاختراع (Patents) :** ويعد من أفضل أساليب نقل التقنية لانها تشتمل على نتاج الفكر الانساني والذي يخرج في صورة أو أكثر من الصور التالية :

- ابتكار أجهزة معينة ، أو تصميم منتجات جديدة قد تكون مستوحاة ومبنية على براءات اختراع سابقة ، أو نتائج البحث العلمي ، أو أطروحات رسائل الدكتوراه .
- برامج عمليات أو طرق صناعية تهدف إلى توفير الجهد الإنشائي أو تقليل التكاليف .

* **المعرفة الفنية (Know - How) :** وترتبط أساساً بعقود استغلال ، براءات الاختراع والتراخيص الصناعية وتعتمد على حصول المتلقي - بعد الموافقة من المصدر - على المعلومات والبيانات والبرامج التشغيلية المتعلقة بالعمليات (الصناعية ، والفنية ، والتركيبات الكيميائية ، والإنتاجية) ، التي يصعب الحصول عليها بسهولة لكونها سرية أو محمية . وتشمل أياً من الصور التالية :

- الأسرار الصناعية والمعلومات السرية غير المسجلة .
- نتائج تطبيق الاختراعات المسجلة .
- تقارير (النتائج العلمية ، والنشاط التجاري ، والتطور في المجال الهندسي) .
- مواصفات (التشغيل ، والمواد الخام) .

* **التعاون الدولي :** وهو إبرام عقود تقنية تتم فيها المشاركة بين دولتين على أساس اختيار مشروع يلبي متطلباتهما معاً وعلى أن تكون جميع مقوماته متوفرة فيهما ، وقد يأخذ تنفيذ المشروع فترات زمنية طويلة تتوقف على البحث والتطوير والتصنيع ، ويعتمد نقل التقنية في هذا الأسلوب على عدد ونوعية الأشخاص

المشاركين في المشروع من قبل الجهة التي ينفذ فيها المشروع ، وعلى نوعية البحوث التي يقوم بها المشاركون ، ومدى المشاركة من قبلهم في عمليات التصميم والتركيب والتشغيل والتنفيذ وعقد الندوات واللقاءات الثنائية .

* **وسائل أخرى :** وتتمثل في المعونة الفنية ، وتبادل المعلومات ، والهندسة (الأساسية ، والتفصيلية) ، والخدمات الإدارية والإشرافية ، والابتعاث والتدريب ، وأيضاً عقد الندوات وقيام المعارض الدولية والاقليمية ، إضافة إلى ذلك تعتبر الهندسة العكسية ، وتفتيت مكونات المصنع إلى أجزائه ومكوناته الأولية من أكثر الوسائل فاعلية على تطوير القدرة التقنية حيث يتم من خلالهما التعرف على مكونات الأجهزة والمعدات . ومعرفة طبيعة الترابط بينها ، وأيضاً الإلمام التام بمواصفات المواد المستخدمة لكي يتم تصنيعها أو معرفة ما هو متوفر منها محلياً ، ولتحديد أسعار الأجزاء لخفض التكاليف ، خصوصاً إذا عرفنا أن سعر المصنع يحدد بناء على ١٠ - ٢٠٪ من قيمة مكوناته التي تعتبر هي التقنية الحديثة الرئيسية فيه (٩) .

وتتطلب معظم وسائل نقل التقنية المذكورة أعلاه وجود مايلي :

- مهارات بشرية جيدة .
- تجهيزات كبيرة .
- استقطاب الخبراء وأصحاب الكفاءات العالية .
- مخططات وبرامج عامة مدروسة بدقة وإتقان ومبنية على استراتيجيات واضحة .
- أنظمة ولوائح وقواعد سلوك تشجع وتجذب رؤوس الأموال مثل (الاستثمار الأجنبي ، الاقتصادي ، التعاون الدولي)(١٠) .

تجارب الدول

أنجزت عدة دول آسيوية مثل (اليابان ، وكوريا الجنوبية ، وتايوان ، والهند ، وباكستان) ، وأخرى مثل (البرازيل ، وفنزويلا ، والأرجنتين ، والمكسيك ، ومصر ، والجزائر) ، تقدماً ملموساً في مجال التنمية الاقتصادية خصوصاً بعد نهاية الحرب العالمية الثانية ، وبالأحرى في منتصف الستينيات من القرن العشرين . حيث بدأت أولاً تلك الدول بالانضمام إلى منظمات هيئة الأمم المتحدة والاستفادة من برامجها التعاونية والمشتركة ، وأيضاً من المعونات والدراسات المقدمة من قبل المنظمات المتخصصة فيها مثل (الفاو ، والاتحاد الدولي للاتصالات ، والمنظمة العالمية للإرصاد ، واليونيدو ، ومنظمة الصحة العالمية ، وغيرها) ، ولكن كل دولة أنتهجت أسلوباً خاصاً بها لنقل التقنية يتماشى ويتلاءم مع احتياجاتها ومعطياتها وإمكاناتها البشرية والمادية ، وكذلك ثرواتها المعدنية والزراعية .

فاليابان مثلاً اعتمدت على نتائج الحرب العالمية الثانية وحصولها على برنامج المساعدات والمعونة الأمريكية ؛ مقابل اعترافها بالهزيمة وسماحها لبناء القواعد والمنشآت العسكرية الأمريكية فيها ، خصوصاً وأنه تكُون لديها قبل الحرب وأثناءها قدرة تقنية استطاعت بها اكتساب وتطويع وتحسين التقنيات التي تستوردها بعد الحرب ، كما أرسلت العديد من الطلاب للدراسة في الجامعات الأمريكية لبناء الطاقات البشرية التي استخدمت في فك وتفتيت الآلة طبقاً للمنهج الذي تبنته والقائل ؛ الآلة الأولى بالاستيراد والثانية بالانتاج المحلي(١١) . وكما استفادت من إصدار الأنظمة واللوائح التي تساعد على تشجيع الاستثمار ، وفتحت أسواق المال والبورصة والاقتصاد وركزت على الصناعات البديلة للمواد المستوردة ، وصناعات الأجهزة الدقيقة ، والبصرية ، والإلكترونيات وقامت بتطويرها تطويراً جيداً يتجاوز الوصف . كي تحتكر الأسواق المحلية ، والإقليمية ، والعالمية ، وهذا هو الأسلوب الأسلم والأحسن لنقل واكتساب وتطويع التقنية .

وأما كوريا وتايوان فقد اختارتا أسلوباً مغايراً للأسلوب الياباني ، وذلك باختيار الصناعات القائمة على ا لتقنيات الناضجة واستفادتا من الأيدي العاملة المتوفرة لديهما ، واستدرجتا رؤوس الأموال الأجنبية والتقنية المتقدمة ، وذلك بعد أن أوجدتا قاعدة تقنية متينة قامت على الصناعات البديلة للمواد المستوردة والصناعات الخفيفة وخصخصتها للتصدير فقط لكي تكسب الأسواق ، وأصبحتا تهتمان بفعالية البحوث العلمية الصناعية والتطوير وتنشطهما .(١٢)

أما المكسيك ودول أمريكا الجنوبية فقد اعتمدت اعتماداً كبيراً على ثرواتها الطبيعية (المعدنية ، والزراعية) والكثافة السكانية ورخص الأيدي العاملة ، وهجرة العلماء الغربيين من أوربا بعد الحرب لبناء صناعات تتلاءم مع هذه الثروات المتوفرة . غير أن هذه الدول فقدت الكثير من هذه الصناعات خصوصاً عندما بدأت الدول المتقدمة في الآونة الأخيرة من القرن العشرين بالاعتماد على المواد المصنعة بدلاً من المواد الطبيعية مثل المطاط ، والقطن ، والأخشاب ، والأحجار الكريمة .

وهناك تطور وتنمية اقتصادية في كل من الباكستان والهند ومصر اعتمدت على كثافة الطاقات البشرية ورخصها ، ومخرجات الجامعات المحلية وبرامج التعاون المشترك ، ولكن هذا التطور أصبح محدوداً جداً لعدة أسباب أهمها :

- هجرة العلماء والمتخصصين منها .
- انخفاض المستوى المعيشي وارتفاع نسبة البطالة .
- الحد من حرية التجارة ونقل الأموال .
- عدم استقرار المناخ السياسي والاقتصادي ، وبيروقراطية أسلوب الإدارة .
- الاعتماد على وسائل النقل والفلاحة التقليدية ، وعدم الاهتمام ببناء البنية التحتية وبنتائج البحث والتطوير .
- الاهتمام بمواضيع التسلح والصناعات العسكرية .(١٣)

جهود المملكة

منذ أن بدأ موحد المملكة **الملك عبدالعزيز آل سعود** - طيب الله ثراه - بتأسيس الدولة : وضع لها أسساً ومبادئ سليمة مبنية على تطبيق الشريعة الاسلامية ، توفر استقرار المناخ السياسي ، وتحد من أوضاع الفوضى وتثبت الأمن والأمان للمواطنين والمقيمين والزوار ، كما تم استغلال دخل الموارد الطبيعية في أعمال التنمية وبناء البنية التحتية ، وفضلاً عن ذلك أجمع القائمون أن نجاح التقنية يرتكز على عدة ركائز تتمثل فيما يلي :

- نظام حديث للتعليم قادر على توفير كوادر متخصصة ملمة بمتطلبات العصر ومستويات أعلى أقل عدداً ولكن أكثر علماً ودراية .

- بحث علمي قادر على الابتكار والتجديد ، وعلى تشخيص المشاكل وإيجاد الحلول لها .
- نظام كفء لنقل المعلومات .
- توفر الخدمات المساندة مثل (وسائل لنقل ، ومصادر الطاقة الوفيرة والرخيصة ، نظم اتصالات حديثة) .
- استثمارات مالية كافية .
- صناعات وأنشطة (بيوت خبرة ، وشركات تنفيذية ، أنظمة ولوائح) .

ولو نظرنا بإمعان وتدقيق في سياسة المملكة التي انتهجتها وجميع خطط التنمية التي أخذت في حسبانها رغبات وطموحات وقدرات الشعب السعودي لوجدنا أنها أولت الاهتمام بالتعليم وبناء الكوادر المتعلمة والمتخصصة في جميع المجالات (الهندسية ، والآداب ، والإدارة ، والعلوم ... إلخ) .(١٤) ، وهذا واضح وضوح الشمس من خلال بناء المدارس والجامعات لكلا الطرفين من البنين والبنات حتى وصل اليوم إلى ماهو عليه :
آلاف من المدارس (الابتدائية والمتوسطة والثانوية) للبنين والبنات .
- العشرات من معاهد ومراكز التعليم الفني (الصناعي ، والتجاري ، والزراعي ، والصحي) .
- الجامعات وتحتوي على المئات من الكليات والتخصصات.
- الكليات المتوسطة والتقنية .

كما تم التركيز على الابتعاث إلى الخارج لبناء الكوادر الوطنية المتخصصة ، التي هي اليوم تخطط وتقود مسيرة الازدهار والرقي إلى الأمام مسترشدة بتوجيهات خادم الحرمين الشريفين وحكومته الرشيدة . كما وفرت وساعدت على ربط أرجاء المملكة الشاسعة بشبكات طرق حديثة ، ووسائل نقل متطورة ، فهناك العديد من المطارات الداخلية والدولية لمواكبة حركة النقل الجوي الدؤوب (ركاب ، وشحن) ، وأنشئت الموانئ البحرية والبرية وشبكة السكك الحديدية لتسهيل عمليات النقل التجاري ولتصدير المواد الخام . واهتمت اهتماماً كبيراً بالمواطن الذي هو رمز التقدم فوفرت المستشفيات ومراكز الرعاية ، وأوجدت نظام اتصالات حديث وبث أعلامي يتواكب مع أحدث ما توصلت إليه تقنيات الاتصالات والبث ، ووفرت المياه إلى جميع المناطق بحفر الآبار وتحلية المياه المالحة ؛ التي تعد الآن من أكبر مشاريع العالم في مجالات التحلية ، وأوصلتها للمواطن بالإضافة إلى الكهرباء ، كما وفرت السكن وتوطين البادية بإعطاء القروض ومنح الأراضي والتركيز على وضع القرى والهجر .

وعندما زادت الكثافة السكانية ونما التعداد السكاني من ٦ إلى ١٢ مليون نسمة ، طبقاً لزيادة معدلات النمو بمعدل ٦,٤٪ ، أصبح الاكتفاء الذاتي الغذائي ضرورة ، فقامت الدولة بتوزيع الأراضي الزراعية ومنح القروض من البنك الزراعي وشجعت القطاع الخاص إما بالمشاركة معه أو بقيام الشركات الزراعية المساهمة ، وبنت صوامع الغلال واشترت المحاصيل بأسعار مرتفعة عما هو في الأسواق .

كما جلبت البذور (قمح ، وشعير ، وذرة) ووزعتها على المزارعين بقيم رمزية . وها نحن اليوم نجد ، ولله الحمد ، أن اكتفاء ذاتياً في معظم المواد الزراعية (حبوب ، وخضروات ، وفواكه) ، كما قامت بالتصدير إلى الدول المجاورة وأيضاً دول أوربا وأمريكا ، واهتمت الدولة بالثروات الحيوانية والسمكية والدواجن والصناعات القائمة على منتوجاتها ، وركزت تركيزاً جيداً على الثروات المعدنية وبالأخص البترول ومشتقاته من حيث الإنتاج ، والتكرير ، والتصدير ، والتوزيع ، والتصنيع . وبعد أن تملكت الدولة شركة أرامكو بالكامل قامت ببناء صناعات عملاقة في البتروكيميائيات والأسمدة من خلال الشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك) وفق أحدث التقنيات العالمية ، ومع نخبة من الشركات الدولية التي لها دور ريادي في تلك الصناعات ، واستخدمت سابك أفضل أساليب نقل التقنية ، وهو أسلوب (المشاريع المشتركة) ووضعت شروطاً على المصدر تلزمه بالاستعداد بنقل التقنية إلى المملكة والموافقة على تدريب الكوادر العلمية(١٥) . وأخيراً أوجدت ضمن منشآتها كليات تقنية تخرج الكثير من الطاقات البشرية الفنية التي تتلاءم مع مجالات الصناعة القائمة عليها سابك ، وهناك الكثير والكثير من الإنجازات التي لا يمكن حصرها وتتطلب الكثير والكثير من الصفحات أو بالأحرى المجلدات .

وقد انتهجت المملكة أسلوباً جيداً في نقل التقنية مبنياً على إعداد الطاقات البشرية ، ووضع الأنظمة التي تشجع وتجذب رؤوس الأموال مثل (الاستثمار الأجنبي ، والتوازن الاقتصادي ، وحرية التجارة والاقتصاد ، والعمل والعمال ، والتأمين الاجتماعي ... إلخ) . ووضعت نصب أعينها أن جميع هذه الصناعات القائمة والتي ستقوم لا تنافي ولا تخالف الشريعة الاسلامية السمحاء . كما ركزت على الاهتمام بموضوع العلوم والتقنية فقامت بإنشاء مراكز البحوث وإعداد الدراسات في بعض الوزارات مثل الزراعة ، والصحة ، والصناعة والكهرباء ، والتجارة ، والمالية ، والمعارف ، والبترول والثروة المعدنية ... إلخ ، وضمن المنشآت الصناعية الكبيرة وغيرها من الجامعات والمعاهد(١٦) . كما حرصت على دعم البحث العلمي وتنسيق وتنظيم النشاطات العلمية فأنشأت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** عام ١٣٩٧هـ كهيئة علمية ذات شخصية اعتبارية مستقلة ملحقة إدارياً برئيس مجلس الوزراء .

دور المدينة

تتكون **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** من معاهد بحوث متخصصة في مجالات الطاقة الشمسية ، والتقنيات والتطبيقات النووية ، والبترول والصناعات البتروكيميائية ، والفلك والجيوفيزياء ، والفضاء ، والموارد الطبيعية والبيئية ، والحاسب والالكترونيات ، وقد تم تجهيز هذه المعاهد بأحدث المختبرات وأفضل الأجهزة العلمية الحديثة . كما أنشأت محطات رصد الزلازل ، وقياس تحركات الصفائح الأرضية بالليزر ، واستقبال الصور الفضائية ، ورصد الأهلة التي يمكن الاستفادة منها في جمع المعلومات وإجراء

البحوث العلمية التطبيقية التطويرية وتنفيذ ومتابعة النشاطات المختلفة التي تعتمد على عمليات الحصول على المعلومات وكيفية الاستفادة منها .

وحيث أن نقل التقنية أحد أهم أهداف المدينة ، فإن هنالك الإدارات العلمية المتخصصة التي تدعم وتساهم وتشجع على تنفيذ البحث العلمي للأغراض التطبيقية ، وتضع الأنظمة واقتراحات الأولويات والسياسات الوطنية العلمية والبحثية في المملكة ، وهذه الإدارات هي : برامج المنح ، والتخطيط والمتابعة ، والمعلومات ، وهناك الإدارة العامة لبراءات الاختراع التي تتعلق باقتناء قاعدة معلومات عن معظم البراءات العالمية ، وبتطبيق لوائح نظام براءات الاختراع السعودي على نتائج البحوث العلمية ، وبمنح المبتكرين والمبدعين شهادات براءات الاختراع ، كما أن من أهداف المدينة تطوير الطاقات العلمية المتخصصة في المجالات التقنية الحديثة عن طريق التدريب والابتعاث للدراسات العليا ، وكذلك التعاون الدولي بين المملكة والجهات العلمية والبحثية الخارجية ، وهذا يعد من أفضل أساليب تعزيز القدرة الوطنية على نقل التقنية واستيعابها. وأخيراً قامت المدينة بوضع قواعد سلوكيات للتعاون الدولي ، ونقل التقنية . وتمشياً مع سياسة المملكة المبنية على تشجيع الصناعات الوطنية وتلبية لاحتياجات السوق قامت إدارة التقنية بشراء قواعد معلومات تتعلق بالتقنيات الصناعية المتخصصة التي تحتوي على معلومات عن بدائل التقنية ومصادرها ومن يمتلكها ومدى تطورها . كما تعطي وصفاً تحليلياً عن كيفية استعمال التقنية ومجالاتها وقابليتها للترخيص ، وهذه القواعد العلمية المتخصصة تزيد من قوة المركز التفاوضي عند إبرام العقود ، وتتيح أفضل الاحتمالات في عمليات اختيار البديل الملائم من النواحي الفنية والاقتصادية والبيئية .

خاتمة

إن التقنية في المجالات المختلفة وأساليب اقتناءها وتوطينها الذي يؤدي إلى نقلها ، أصبح سمة بارزة توليها الدول جل اهتمامها ، وذلك لمدى علاقتها الوثيقة مع عمليات وأساليب الارتقاء بحياة الشعوب وتحسين الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والبيئية خصوصاً ونحن على مشارف القرن الواحد والعشرين .

وبناء على ما تم إنجازه أو سيتم إنجازه من خلال خطط التنمية الخمسية للمملكة العربية السعودية ونحن الآن في المراحل الأولى من الخطة السادسة (١٤١٥ - ١٤٢٠هـ) ، يجب أن تنصب نتائج الخطة على :

١ - وضع استراتيجيات وخطط وأهداف مرتبطة بممارسة نقل وتوطين التقنية بدلاً من استيراد منتجات التقنية .

٢ - تكريس الموارد واستخدامها بأسلوب علمي دقيق يؤدي في النهاية إلى تحقيق الأهداف .

٣ - الربط والمشاركة الفعلية بين مراكز البحث ، والتطوير العلمي ، ومؤسسات ، وشركات ، ومصانع القطاع العام أو الخاص .

وذلك ليتم بناء التنمية الاقتصادية التي توفر الرفاهية والازدهار والمعتمدة على الاستفادة من مايلي :-

١ - البنية التحتية التي وفرها القطاع العام .

٢ - اختيار التقنيات الملائمة .

٣ - الاهتمام بالطاقات البشرية وتدريبها .

٤ - الحصول على المعلومات قبل اتخاذ القرار .

٥ - وضع الأنظمة واللوائح التي تشجع على الاستثمار وحماية الحقوق وحسن المتابعة والمراقبة .

٦ - إعادة النظر في بناء البنية التحتية وإعطاء القطاع الخاص الفرصة للمشاركة والتنفيذ .

٧ - الاهتمام بالبحث وزيادة الانفاق في تنفيذه ، والتركيز على توحيد لغة التقنية .

٨ - توفر الخدمات المساندة وتسهيل الأمور الإدارية والتنظيمية .

* المراجع

(١) سورة العلق الآيات رقم (١ - ٥) .

(٢) James B. Conant " Science and Common Sense " Yale Univ. Press 1961, P.25.

(٣) سورة الزمر الآية رقم(٩) .

(٤) أخرجه البيهقي .

(٥) د. يعقوب فهد العبيد " التنمية التكنولوجية مفهومها ومتطلباتها " الدار الدولية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، ١٩٨٩م صفحة ٢ .

(٦) فينان محمد طاهر " مشكلة التكنولوجيا " الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٨٦م ، الصفحة ٨٣ .

(٧) د. محمد السيد عبدالسلام " التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية في الوطن العربي " عالم المعرفة ، ربيع الآخر - جمادى الأولى ١٤٠٢هـ ، صفحة ٨٤ .

(٨) د. حيدر طرابيشي " جدوى التقنية الاقتصادية للمشاريع الصناعية ومدخلها الاسلامي " دار قتيبة ١٤٠٨هـ ، صفحة ١٤٩ .

(٩) أ.د جعفر صباغ " ندوة ربط دور البحث والتطوير العلمي بالقطاع الصناعي " الإدارة الصناعية ، الغرفة التجارية الصناعية بجدة ، ذو القعدة ١٤١٧هـ .

(١٠) العميد مهندس/ ابراهيم بن سالم المشاري ، " دور التوازن الاقتصادي في التنمية الصناعية بالمملكة " المحاضرة السابعة من سلسلة محاضرات اللجنة الصناعية ، الغرفة التجارية الصناعية بالرياض ١٤١٦هـ .

(١١) د. محمد بن احمد طرابزوني ترجمة بتصرف لمؤلف ورقة عمل رقم ٠٣-٤٩ (Kiep Working Paper) " نقل التقنية : التجربة الكورية " معهد كوريا لقوانين الاقتصاد الدولية نوفمبر ١٩٩٤م .

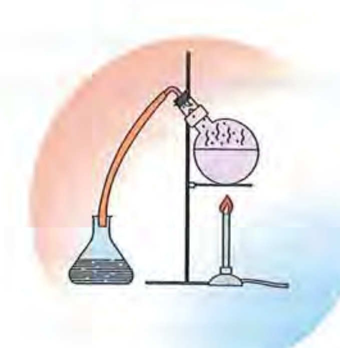
(١٢) د. محمد بن احمد طرابزوني ترجمة بتصرف لمؤلف موضوع دراسة : " نقل التقنية والتطور الصناعي في تايوان " The Journal of Tech Transfer VOL. 20 No: 2 Sept. 1995.

(١٣) UNIDO : " International Flows of Technology - Industry 2000 - New Perspectives - Collected Backgrouned Papers. 100 - 326/Cec.

(١٤) " المؤشر الاحصائي " العدد العشرون ، مصلحة الاحصاءات العامة - وزارة المالية والاقتصاد الوطني - الرياض - المملكة العربية السعودية ١٤١٥هـ .

(١٥) سابك " ندوة نقل وتوطين التقنية : الوسائل والمعوقات " المؤتمر الهندسي السعودي الرابع - كلية الهندسة - جامعة الملك عبدالعزيز - جدة - المملكة العربية السعودية جمادى الثاني ١٤١٦هـ .

(١٦) " خطة التنمية السادسة " وزارة التخطيط - المملكة العربية السعودية ١٤١٥ - ١٤٢٠هـ .



دعم البحث العلمي

د. عبدالله بن أحمد الرشيد

لعله من البديهي في وقتنا الراهن القول إن هناك علاقة وطيدة بين مجال العلوم والتقنية في أي بلد والتنمية الاقتصادية والاجتماعية في ذلك البلد، وقد نال موضوع ارتباط التطور الاقتصادي بالتطور التقني اهتمام العديد من الباحثين من أمثال روبرت سولو (Robert Solo)، الحائز على جائزة نوبل، وغيره.

وقد كان الاستنتاج الرئيسي لدراسات هؤلاء الباحثين أن أكثر من نصف النمو المطرد الذي اتصف به دخل الفرد الأمريكي يعزى تاريخياً للتطور التقني في تلك البلاد، وأن إجمالي العائد الإقتصادي من الاستثمار في مجال البحث والتطوير يفوق العائد من الاستثمار في المجالات الأخرى بعدة مرات (١). واستنتج آخرون أن حوالي خمس الدخل القومي لليابان بين ١٩٥٠م و ١٩٧٠م مرده إلى التطور التقني (٢). جدير بالذكر أن هذه الفترة شهدت بداية التطور التقني المتسارع في اليابان.

وقد ظهر في منتصف هذا القرن فرع اقتصادي جديد باسم "اقتصاديات العلوم والتقنية"، يعالج أسس ومتطلبات الاستفادة من البحث العلمي والتطوير التقني في مجال التنمية، ،منذ ذلك الحين صار للتعبيرين "العلوم والتقنية (Science and Technology - S&T)"، "والبحث والتطوير (Research and Development - R&D)" موجودان في الدراسات والأبحاث المتعلقة بالتنمية باعتبارهما من العناصر الأساسية للإنتاج (٣)، وفي الحقيقة إن البعض يعد البحث والتطوير مركزاً للنشاط العلمي والتقني الذي تتطلبه عملية التنمية، وتقاس أهمية الأنشطة العلمية والتقنية الأخرى بقدر علاقتها بالبحث والتطوير (٤).

إن المقصود من البحث العلمي هو أي نشاط منظم إبداعي يهدف إلى زيادة المعرفة العلمية وطرق الاستفادة منها، والبحث العلمي قد يكون أساسياً أو تطبيقياً، فالبحث الأساسي هو النشاط التجريبي أو النظري الذي يمارس أصلاً من أجل اكتساب معارف جديدة عن الأسس التي تقوم عليها الظواهر والوقائع المشاهدة دون استهداف أي تطبيق خاص أو معين، بينما يرمي البحث التطبيقي في المقام الأول إلى تطبيق الأسس العلمية على مشكلة معينة.

كما يمكن القول أن البحث العلمي والنشاط التطويري يمهدان السبيل للتطبيقات العملية بما يقدمانه من مبادىء أساسية وبما يضعانه من تطبيقات جديدة. أما تحويل النتائج الفعلية إلى استخدامات عملية فلا يقع تحت دائرة البحث العلمي والتطوير، بل هو تطبيق عملي لا يرجى من ورائه الحصول على معرفة علمية أو تقنية جديدة.

وتختلف أهداف البحث العلمي باختلاف توجهاته، فالهدف الأساسي من البحث العلمي في المجال الصناعي مثلاً هو تحقيق أكبر قدر ممكن من الربح من خلال استغلال النتائج. لذا، ينبغي أن تقدر هذه النتائج بشكل مباشر لمنتجات أو خدمات يمكن بيعها بعائد مربح، من جانب آخر تهدف الجهات الحكومية من البحث العلمي إلى تحسين وتطوير النظم القائمة، مثال ذلك في مجالات التنمية أو التسليح، أو ايجاد نظم جديدة (٥).

وفي كثير من الأحيان تلجأ الدول النامية إلى نقل التقنيات المتطورة من الدول الصناعية لمعالجة الفجوة التقنية بينها وبين الدول المتقدمة تقنياً، ولعل أفضل مثال على الاستفادة من نقل التقنية بين الدول هو ما نهجته اليابان في بداية نموها التقني، وهناك عوامل عديدة للاستفادة من التقنية المستوردة لأي بلد، ألا أن البحث العلمي يلعب الدور الأهم في توطين هذه التقنية والاستفادة القصوى منها في النمو الاقتصادي للبلد (٢).

وأيا كان نوع النشاط البحثي في مجال العلوم والتقنية، ،أياً كان توجهه، فينبغي أن نذكر الارتباط العضوي المباشر بينه وبين المؤسسات التعليمية، والجامعية بالتحديد؛ ذلك لأن هذه المؤسسات من مهامها الريادة في نشر المعارف الجديدة، وبالتالي فإن الجهد الذي يبذل في اكتساب تلك المعارف، أي البحث العلمي بعبارة أخرى، عادة ما يكون من أساسيات النمو والتطور في تلك المؤسسات. وتساعد البيئة العلمية في الجامعات، مثل العلماء والمختبرات وتوفر المعلومات العلمية، في نجاح تلك الجامعات في أداء مهامها في هذا المجال، وتظل الجامعة الحديثة حية وفعّالة طالما كانت نشطة في مجال البحث العلمي، تؤثر فيه وتتأثر به. ولا يخفى على أحد أثر وجود الجامعات الناجحة في عملية التنمية الإقتصادية والإجتماعية، متمثلاً ذلك الأثر في تنمية القوى العاملة العالمة، وتوعية علمية للمجتمع. من أجل ذلك، صار لزاماً على كل دولة تخطط لنهضة إقتصادية وإجتماعية أن تولي البحث العلمي الاهتمام اللازم، وأن ترصد لدعمه ما يتطلبه من امكانيات.

وسائل دعم البحث العلمي

ينبغي أن تبدأ منظومة دعم البحث العلمي بإعداد المجتمع ليكون بيئة صالحة لتربية العلماء وتشجيعهم والتفاعل مع إنتاجهم، ويتم ذلك أولاً في مجال التعليم وثانياً في مجال توعية المجتمع. ففي المدرسة، وابتداءاً من المراحل الأولى للتعليم، يمكن زرع نواة التفكير العلمي وتشجيع

الثقافة العلمية ، ولحث المجتمع ككل للسير في نفس الاتجاه ينبغي أن توفر له الثقافة العلمية بشتى السبل ، كالنشر ووسائل الاعلام والمكتبات والمتاحف العلمية .

ثم ينبغي أن توفر للباحث كافة احتياجاته المادية ليتمكن من القيام بما يرغب من البحث ، ويمكن أن تتكون هذه الاحتياجات من الدعم المالي المباشر الذي يستخدم في توفير مستلزمات البحث من معدات ومواد ورحلات علمية ورواتب للفنيين ومكافآت للباحثين ، كما يمكن أن تكون في شكل الاستفادة من تسهيلات مؤسسية قائمة كالمختبرات والحاسب الآلي والمكتبات وأوعية المعلومات الأخرى .

ومن سبل دعم البحث العلمي توفير أداة لتقييم الإنتاج العلمي للباحث في كل مراحله ، إذ يهم الباحث أن يتأكد من سداد فكرته وعدم خروجها عما تعارف عليه المجتمع العلمي ، كما يهمه أيضاً ـ عندما يبدأ العمل ـ أن يكون تقدمه في البحث في المسار الصحيح ، وهناك طرق عديدة لتقييم أعمال البحث العلمي ، أشهرها ما يسمى بطريقة "تقييم النظراء أو تقييم النظير" (Peer Review) ، وهي مستخدمة في العديد من مؤسسات البحث العلمي في جميع أنحاء العالم ، وتعتمد هذه الطريقة ، ببساطة ، على دراسة مجموعة مختارة من العلماء المتخصصين في مجال البحث ، لما يقدمه الباحث من عمل ، وتقييم ذلك من خلال إطار محدد مسبقاً .

ويشكل نشر نتائج البحوث العلمية ، تمهيداً للاستفادة منها ، عنصراً هاماً من عناصر دعم البحث العلمي . فمن خلال ذلك يتعرف المجتمع على إنتاج الباحث ، وينال الباحث التقدير الإجتماعي اللائق ، الذي يعمل على حفزه ودفعه للمزيد من التقدم ، كما يجب حفظ حقه عند النشر أو التوصل إلى براءة اختراع .

الانفاق على البحث العلمي

مما سبق يتضح أن بنود دعم البحث العلمي تحتاج لدعم مالي تخصصه الدولة وتلتزم به في خططها التنموية المختلفة . وكثيراً ما تشارك الجهات الأخرى المستفيدة من البحث العلمي ، كالقطاع الإنتاجي ، في دعمه . وقد اعتبرت "اليونسكو" نسبة الإنفاق على البحث العلمي والتطوير أحد المؤشرات الهامة لقياس مستوى التقدم العلمي والتقني لأي دولة معينة (٦) .

وقد ارتفع الانفاق على البحث العلمي والتطوير في معظم الدول الصناعية منذ الحرب العالمية الثانية ، بمعدلات تفوق معدلات نمو الناتج القومي الإجمالي . وقد خصصت هذه الدول منذ السبعينيات نسباً تتراوح بين ١٪ و ٣٪ من دخلها القومي الإجمالي لأغراض البحث والتطوير (٣) . ففي الولايات المتحدة ، مثلاً ، بلغت الأموال المخصصة للبحث العلمي ٤٣ بليون دولار أمريكي عام ١٩٨٣م ، في حين كان إنفاقها أقل من ٥٠ مليون دولار لنفس الغرض في عام ١٩٣٨م ، وكان أقل من خمسة ملايين في بداية القرن ، وفي بريطانيا صرفت الحكومة أكثر من ٢ بليون جنيها عام ١٩٨١م على البحث العلمي ، في حين لم يتعد صرفها ثلاثة ملايين عام ١٩٣٧م . وكذلك الحال بالنسبة لألمانيا واليابان اللتين قفزت نسبة الإنفاق فيهما على البحث العلمي من ٢٪ تقريباً في السبعينيات إلى حوالي ٣٪ في عام ١٩٩٠م (٧) . ويوضح الجدول (١) نسبة الانفاق على البحث والتطوير عام ١٩٩٥م في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (٨) .

وفي بلد كالصين ، حيث يعيش ١,٢ بليون نسمة (حوالي ربع سكان العالم) على ٧٪ فقط من الأراضي الصالحة للزراعة في العالم ، يتوقع أن تكون هناك تحديات ظاهرة في مجال التنمية . وقد زاد من هذه التحديات انخفاض الإنفاق على البحث والتطوير ، إذ بلغ إنفاق الدولة على مجال العلوم والتقنية بكامله حوالي ٠,٦٪ من إجمالي الناتج المحلي . ولكن هناك صفتان تميزان نشاط البحث العلمي في الصين ، أولاهما التصدي للتحديات الآنية للبحث العلمي المتمثلة في المساهمة الجادة في حل المشاكل الاستراتيجية الهامة لتنمية الدولة ، مثل توفير الغذاء والسكن والنقل والتعليم والرعاية الصحية للشعب الصيني من جهة ، وتحسين البنية التحتية للعلوم والتقنية من جهة أخرى . أما الصفة الثانية فهي تلمس المشاكل المتعلقة بالبحث العلمي ،

الدول	نسبة الانفاق على الدخل المحلي (٪)	قيمة الانفاق (ملايين الدولارات)
السويد	٣,٠٨	٤٤٤٠
اليابان	٢,٨٠	٦٨٤٤٤
المانيا	٢,٧٥	٣٦٣٣٢
أمريكا	٢,٦٢	١٥٨٤٥٢
فرنسا	٢,٣٥	٢٥١٣٣
فنلندا	٢,١٨	١٦٠١
كوريا	٢,١٥	٨٠٨٦
تايوان	٢,١٣	٤٨٢٨
بريطانيا	٢,١٢	٢٠٠٣٠
النرويج	١,٨٩	١٤٣٦
هولندا	١,٨٦	٤٧٩٦
بلجيكا	١,٨٠	٣٢٨٠
الدنمارك	١,٨٠	١٦٤٤
استراليا	١,٥٨	٤٦٥٦
النمسا	١,٥٤	٢١٣٩
كندا	١,٤٩	٨١٦٦
إيطاليا	١,٣٩	١٤٠٠١
إيرلندا	١,١٤	٤٨٩
اسبانيا	٠,٨٥	٤٢٧٦
البرتقال	٠,٧٧	٧٢٨
اليونان	٠,٥٢	٤٤٥

جدول (١) إنفاق دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية (OECD) وكوريا والصين على البحث والتطوير عام ١٩٩٢م .

التي يمكن أن تحل في مجملها بزيادة التمويل ، والسعي لوضع خطة لإيجاد الحل من خلال عدة قنوات وبمختلف المستويات ، الذي يتلخص في رفع الإنفاق على البحث العلمي إلى ١,٥٪ في عام ٢٠٠٠م (٩) .

وإذا نظرنا للدول العربية بشكل عام نجد أن الإنفاق على البحث العلمي يتراوح ما بين لا شيء إلى ٠,٨٣٪ في منتصف السبعينيات وبين ٠,٠٣٪ إلى ١,١٠٪ في منتصف الثمانينيات (١٠) . فإذا اعتبرنا الإنفاق على البحث العلمي مؤشراً عاماً للوعي بأهمية تنمية الطاقات العلمية والتقنية الوطنية ، نجد أن البلاد العربية ما زالت تحتاج لجهد مكثف في هذا المجال لترقى لمصاف الدول المتقدمة (٣) .

وينبغي أن نذكر هنا أنه حتى لو رفع مستوى الإنفاق على البحث العلمي في الدول النامية فإن الاستغلال الأمثل لهذه

الدولة	الصناعة	الحكومة	جهات وطنية	مصادر أجنبية	نسبة ٪
اليابان	٧٢,٧	١٨,٢	٩,١	٠,١	١٠٠
ألمانيا	٥٩,٩	٣٧,٠	٠,٥	٢,٥	١٠٠
أمريكا	٥٠,٥	٤٧,٠	٢,٥	—	١٠٠
إسرائيل	٤٧,٠	٤٧,٠	٥,٠	١,٠	١٠٠
تركيا	٢٨,٠	٧٠,٩	٠,٩	٠,٢	١٠٠
الدول العربية	٠,٩	٩٩,٠	—	٠,١	١٠٠

المصدر (١٢)

جدول (٢) دعم البحث العلمي حسب المؤسسات (٪) عام ١٩٩٢م.

أموال يرتبط بشكل مباشر بوجود البني أساسية المتطورة للمجتمع في المجالين صناعي والزراعي لاستيعاب نتائج البحث علمي (١٠). وقد يثير هذا تساؤلاً عما إذا ان يفترض تطوير البنية الأساسية في دول النامية قبل التحدث عن زيادة الإنفاق شكل عام، أم أنه من الأفضل التحدث عن يادة الانفاق في البحث العلمي الموجه نحو طوير البنية الأساسية للمجتمع.

دعم القطاع العام والخاص

تنحصر مسؤولية الدولة في مجال دعم بحث العلمي في الغالب في وضع الخطط السياسات التي يتم بها توجيه النشاط علمي لمصلحة المجتمع، والتي تحدد طرق لاستفادة من تطوير العلوم والتقنية.

وبالرغم من المفهوم السائد في الدول صناعية من أن الدعم المادي للبحث العلمي أتي تقليدياً من القطاع الخاص، ألا أن حكومات تسعى أحياناً للتدخل بالدعم لادي، وذلك لأسباب عدة منها، عدم قدرة الشركات الخاصة على توظيف تائج البحث العلمي أو التغيير التقني، المستوى الذي يجعلها تتشجع للاستثمار ي المشاريع ذات العائد الاجتماعي، أو لشاريع التي لا تتفاعل إيجابياً مع ؤشرات السوق (١١)، كما في مجالات تنمية والتسليح التي تكون مسؤولية دولة فيها مباشرة.

وقد تدعم الدولة حالات أخرى للبحث علمي الموجه نحو الصناعة لو رأت في ذلك صلحة قومية عليا تتطلب تدخلها، مثل حث على أو تشجيع التوجه لنوع معين من صناعة، وفي كثير من الحالات يكون لدعم المادي الحكومي مقارباً للدعم المادي ن القطاع الخاص.

ولكن هذا الوضع ليس عاماً بالنسبة لدول الصناعية الأخرى. ففي اليابان مثلاً، دوة البلاد النامية في التنمية، يتم الجزء أعظم من تمويل البحث العلمي من القطاع لخاص. وبشكل عام، فإن نسبة كبيرة من يزانية دعم البحث العلمي تأتي من القطاع لخاص في معظم الدول الصناعية الكبرى، في المقابل يزيد مستوى الدعم الحكومي لما ابتعدنا من محور الدول الصناعية الكبرى ليصل إلى ٩٩٪ في الدول العربية، جدول (٢).

الانفاق على البحث العلمي في المملكة

الانفاق على البحث العلمي بالمملكة لا يختلف كثيراً عن بقية الدول العربية فيما يختص بقيام الدولة بالعبء الأكبر في دعم البحث العلمي، ويتم ذلك عادة من خلال **مدينة الملكة عبدالعزيز للعلوم والتقنية**، التي يشكل دعم وتشجيع البحث العلمي للأغراض التطبيقية أحد أهم أهدافها. ويتكون جهار دعم البحث العلمي من عدة إدارات متخصصة (١٣)، هي:

● **الادارة العامة للتوعية العلمية والنشر:**

وكما يبدو من اسم هذه الإدارة، فهي المناط بها نشر الوعي العلمي بين أفراد المجتمع، والمساهمة في خلق قاعدة علمية عريضة، ويتضمن نشاطها إعداد الخطط والأنشطة المختلفة المتعلقة بإيجاد الوسائل المناسبة للقيام بمهامها، كما تتولى إعداد وتنظيم المحاضرات العلمية العامة والمختصصة وإصدار المجلات والنشرات والكتب العلمية.

● **الإدارة العامة لبرامج المنح:**

وهي الإدارة التي تتولى الإشراف على الدعم المادي المباشر للبحث العلمي في الجامعات ومراكز البحوث الأخرى. وهي تعد الركيزة الأساسية في التوجيه والإشراف على البحوث العلمية والتطبيقية، التي تشمل العديد من البرامج، مثل:

١ـ برنامج المنح السنوية: الذي يتم من

البرنامج	عدد المشاريع المقدمة	عدد المشاريع المدعمة	النسبة المئوية للدعم	التكلفة (مليون ريال)
الأول	٧٩	٣١	٣٩	١٠,٨
الثاني	٦٠	١٩	٣٢	١٢,٤
الثالث	١٠١	١٥	١٥	١٥,٩
الرابع	٧٧	٣٣	٤٣	٣٧,٢
الخامس	١٧٠	٣٥	٢١	٤٣,٦
السادس	١٧٠	٣٥	٢١	٣٦,٥
السابع	١٩٤	٢٩	١٥	١٧,٥
الثامن	١٥٤	١١	٧	٨,٢
التاسع	٦٩	٢٥	٣٦	٢١,٢
العاشر	٩٧	٢١	٢٢	١٨,٨
الحادي عشر	٨٦	١٥	١٧	١٢,٨
الثاني عشر	٧٧	٢١	٢٩	١٤
الثالث عشر	٦٩	٢١	٣٣	١٣,٦
الرابع عشر	٧٦	٢٤	٣٢	٢٤,٤
الخامس عشر	١٠١	٢٣	٢٣	٢٦,١
السادس عشر	١١٨	٢٧	٢٣	٢١,٣
المجموع	١٦٩٨	٣٨٥	٢٣٠٠	٣٣٤,٣

جدول (٣) توزيع مشاديع الأبحاث المدعمة في برنامج المنح السنوي من البرنامج الأول وحتى السادس عشر حسب البرنامج وعدد الأبحاث المقدمة والمدعمة

الجهــة	العدد الكلي	عدد البحوث المدعمة حسب المجال								الميزانية الاجمالية (ريال)
		زراعة	تلوث	هندسة	بتروكيميائيات	طب	علوم	ثروات طبيعية	مصادر مياه	
جامعة الملك سعود	١٢١	٢٤	٣	٣٨	٣	٣٩	٦	٤	٤	١٢٠,٤٧٦,٧٣٧
جامعة الملك عبدالعزيز	٧٩	٤	٩	٣٠	–	٢٢	٤	٦	٤	٦٧,١٣١,٦٠٧
جامعة الملك فيصل	٦٥	٤٤	–	٧	–	١٣	١	–	–	٥٧,٥٢٧,٢٦٢
جامعة الملك فهد للبترول والمعادن	٨٦	١	٦	٤٩	١٨	–	٦	١	٥	٥٤,٤٨١,٥٥٧
جامعة أم القرى	٣	–	–	–	١	١	١	–	–	٢,٣٤٤,١٠٣
جامعة الإمام محمد بن سعود	١	–	–	–	–	–	١	–	–	٧٦,٩٠٠
جهات أخرى	٣٠	٣	–	٩	١	٩	٥	٢	١	٣٢,١٣٥,٥٩٩
المجموع الكلي	٣٨٥	٧٦	١٨	١٣٣	٢٣	٨٥	٢٣	١٣	١٤	
النسبة		٪١٩,٧٤	٪٤,٦٨	٣٤,٥٥	٪٥,٩٧	٪٢٢,٠٨	٪٥,٩٧	٪٣,٣٨	٪٣,٦٤	
الميزانية الاجمالية لكل مجال		٧٤,١٠٤,٠٧٥	١١,٥١٩,٦١٠	٩٠,٥٠٢,٩٩٩	١٥,٦٩٤,٥٥٦	١٠١,١٧٤,١٧٨	١٦,٠٨٤,٨٠٥	١٢,٠٠٨,٥٢٦	١٢,٠٨٥,٠٠٦	٣٣٤,١٧٣,٧٦٥
النسبة		٪٢٢,٨	٪٣,٤٥	٪٢٧,٠٨	٪٤,٧٠	٪٣٠,٢٨	٪٤,٨١	٪٣,٥٩	٪٣,٩٢	

جدول (٤) الأبحاث المدعمة ضمن برنامج المنح السنوي من ١٩٧٩م حتى ١٩٩٦م حسب المجال العلمي والجهة المستفيدة .

خلاله تدعيم البحوث التطبيقية في المجالات الهندسية ، والطبية ، والزراعية ، والبتروكيميائية وغيرها من المجالات . ويهدف هذا البرنامج إلى دراسة المشكلات التي تواجه خطط التنمية ، كما يعد أداة هامة في تطوير وتنمية الكفاءات العلمية الوطنية بالجامعات ، ومراكز البحوث ، وتجهيز هذه الجامعات ، والمراكز بالمقومات الأساسية للبحث العلمي من مختبرات ، ومعدات ، ومواد . وقد بدأ العمل في هذا البرنامج عام ١٣٩٩هـ .

٢ـ برنامج المنح الصغيرة : وهو برنامج سنوي بدأ العمل به مؤخراً لتدعيم البحوث الصغيرة ، والتي لا تزيد مدة تنفيذها عن سنة واحدة ، ولا تتطلب مبالغ مالية كبيرة .

٣ـ برنامج منح طلبة الدراسات العليا : ويعنى بتدعيم بحوث ودراسات طلاب وطالبات الدراسات العليا في المجالات الطبية ، والهندسية ، والزراعية ، والمجالات العلمية الأخرى ، بغرض تشجيع البحث العلمي على هذا المستوى ، والعمل على إثراء مجتمع الباحثين بالكوادر العلمية الشابة .

وهناك برامج أخرى ، مثل برنامج المنح الوطنية الذي يتناول بحوثاً ذات صبغة خاصة ، وبرنامج بحوث العلوم الإنسانية ، وبرامج أخرى مشابهة تحت الإعداد .

لإعطاء القارىء فكرة عن حجم العمل في مجال الدعم المباشر للبحث العلمي بالجامعات ومراكز البحوث الأخرى ، يبين الجدول (٣) عدد البحوث التي دعمت في برنامج المنح السنوية منذ ابتدائه حتى البرنامج السادس عشر ، وحجم الدعم المادي المباشر لتلك البرامج . كما يوضح الجدول (٤) المجالات العلمية التي تناولتها البحوث العلمية في هذا البرامج والجهات المستفيذة من الدعم . أما الجدولين (٦،٥) فيوضحان حجم الدعم لبرنامج المنح الصغيرة ، وبرنامج منح طلبة الدراسات العليا على التوالي .

● الإدارة العامة للمعلومات

توفر المدينة ، من خلال هذه الإدارة ، المعلومات المطلوبة للباحثين والهيئات العلمية بالمملكة . وتضم اربع إدارات هي :

١ ـ إدارة قواعد المعلومات : مسؤولة عن تطوير أوعية المعلومات الخاصة بالمملكة ؛ وتطوير بنك للمصطلحات العلمية .

الجهــة	العدد الكلي	عدد البحوث المدعمة حسب المجال								الميزانية الاجمالية
		زراعة	تلوث	هندسة	بتروكيميائيات	طب	علوم	ثروات طبيعية	مصادر مياه	
جامعة الملك سعود	٣٨	٦	–	٨	–	١٨	٦	–	–	٣,٠٧٢,٧٢٥
جامعة الملك عبدالعزيز	١٦	١	–	٥	–	٤	٦	–	–	١,٢٢٧,٦٩١
جامعة الملك فيصل	٤	–	–	١	–	٢	١	–	–	٣٠٤,٠٠٠
جامعة الملك فهد للبترول والمعادن	٢	–	–	–	–	–	٢	–	–	١٩٤,٠٠٠
جامعة أم القرى	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
جامعة الإمام محمد بن سعود	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
جهات أخرى	٩	–	–	–	–	٧	–	–	٢	٦١٥,٧٦٠
المجموع الكلي	٦٩	٧	–	١٤	–	٣١	١٥	–	٢	
النسبة		٪١٠,١٤	–	٪٢٠,٢٩	–	٪٤٤,٩٣	٪٢١,٧٤	–	٪٢,٩٠	
الميزانية الإجمالية لكل مجال		٥٩١,٤٠٠	–	١,١٨٥,٥٢٥	–	٢,١٩٧,٧٦٦	١,٢٦٦,٧٢٥	–	١٧٢,٧٦٠	٥,٤١٤,١٧٦
النسبة		٪١٠,٩	–	٪٢١,٩	–	٪٤٠,٥٩	٪٢٣,٤٠	–	٪٣,١٩	

جدول (٥) البحوث ضمن برنامج المنح الصغيرة

الجهـة	العدد الكلي	عدد البحوث المدعمة حسب المجال							الميزانية الاجمالية
		زراعة	تلوث	هندسة	طب	علوم	ثروات طبيعية	مصادر مياه	
جامعة الملك سعود	٤٦	١٥	١	٦	١٢	١٢	٠	٠	١,٤
جامعة الملك عبدالعزيز	٢٩	١٠	٢	٦	١	٦	٢	٢	٠,٦
جامعة الملك فيصل	١٢	١١	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠,٤
المجموع الكلي	٨٧	٣٦	٣	١٢	١٤	١٨	٢	٢	٢,٤
الميزانية الاجمالية لكل مجال (مليون ريال)		١,٠٣	٠,٠٩	٠,٣	٠,٤	٠,٠٤	٠,٥	٠,٠١	٢,٤

جدول (٦) دعم البحوث ضمن برنامج منح بحوث طلبة الدراسات العليا حسب المجالات العلمية والجهات المستفيدة

١ - إدارة خدمات المعلومات : يمكن الحصول عن طريقها على أحدث المعلومات في مختلف المجالات العلمية والتقنية على نطاق العالم .

٣- إدارة الحاسب الآلي : وهي عصب الإدارة العامة للمعلومات .

٤- إدارة الشبكة الوطنية : مسؤولة عن شبكة الخليج ، والتي تتصل المدينة من خلالها بالشبكات العالمية التي تتيح للباحثين في مختلف جامعات المملكة الإتصال بالباحثين والهيئات العلمية في جميع أنحاء العالم لمناقشة المواضيع العلمية ذات الاهتمام المشترك وللإلمام بما يستجد من معلومات في مجالات تخصصهم .

الإدارة العامة لبراءة الاختراع

توفر هذه الإدارة الحماية الكاملة للإختراعات داخل المملكة ، وذلك بمنح براءات الإختراع وتسجيلها ، وتقديم الخدمات الاعلامية الخاصة بتلك البراءات ، مما يساهم في دعم الروح الإبداعية بين الباحثين بالمملكة ، وتحتفظ الإدارة بوثائق براءات الإختراع الأمريكية والبريطانية التي تجاوز مجموعها مليونا وثلاثمائة ألف وثيقة .

إدارة التخطيط والمتابعة

وهي الإدارة المسؤولة عن الخطة الوطنية للعلوم والتقنية والخطط الخمسية والتشغيلية للمدينة .

إدارة التقنية

تتولى وضع الأنظمة واللوائح المنظمة لعمليات نقل التقنية وتوفير المعلومات والإحصائيات عن التقنيات المطلوبة والبديلة .

التعاون الدولي

وتختص بموضوع التعاون بين المملكة والدول الأخرى في المجالات العلمية والتقنية ذات العلاقة بنشاط المدينة .

ومع ما تقدمه هذه الإدارات لدعم البحث العلمي ، توفر المدينة للباحثين الخدمات الأخرى اللازمة لإنجاز بحوثهم بالنجاح المنشود ، مثل التقييم العلمي لأعمالهم العلمية ونشر إنتاجهم العلمي ليكون في متناول المجتمع العلمي والمستفيدين ككل . وتتم هذه الخدمات بواسطة الإدارة العامة لبرامج المنح ، التي قامت بطباعة أكثر من سبعين كتاباً تحتوي على نتائج بحوث علمية تم إنجازها .

كما يوجد في المدينة سبعة معاهد بحث متخصصة في المجالات التالية :

١ - معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء
٢ - معهد بحوث الحاسب والإلكترونيات
٣- معهد بحوث الطاقة
٤- معهد بحوث الطاقة الذرية
٥ - معهد البترول والصناعات البتروكيميائية
٦ - معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة
٧ - معهد بحوث علوم الفضاء

حيث تقوم المدينة من خلال هذه المعاهد برامج ومشاريع بحثية تطبيقية ذات طابع وطني لخدمة القطاعات المختلفة في الدولة .

المراجـع

1. Cohen, L. and R. Noll; "Privatizing Public Research". Scientific American, Sept. 1994 .

2. Peck, M. and A. Goto : "Technology and Economic Growth : The case of Japan". readings in the Management of Innovation, Ed., M. Tushman and W. Moore, Pitman, 1982.

٣ - الشيشيني، نادية مصطفى : "التصنيع وتكوين القواعد التكنولوجية في الدول العربية : دراسة مقارنة" الكويت ، ١٩٨٦م .

4. "Strengthening Research and Development Capacity and Linkages with the Production Sectors in Countries of the ESCWA Region" E/ESCWA/NR/87/23, UN, Dec. 1987 .

5. Kargar, D. : "Non-Technical Consideration in Applied Research, Development, and Engineering Project Selection". Conf., ASME, Miami, U. S. A., Nov. 1985 .

٦ - الطوخي ، عبدالنبي اسماعيل : "أهمية التكامل الخليجي في تطوير سياسات البحوث والتطور التقني" . ندوة التكامل الإقتصادي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية .

٧ - بدران ، عبدالحكيم : "تشجيع البحث العلمي" ، مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض ، ١٩٩٠م .

8. Yang Lim and Han Song : "An International comparative Study of Basic Scientific research Capacity : OECD Countries, Taiwan and Korea". Technological Forecasting and Social Change, 52. pp. 75-94., 1996.

9. Zhu Lilan, : "The role of Chinese Science and Technology in Economic Development" Science, /vol. 270, 17 Nov. 1995 .

١٠ - الراوي ، ناجح : "الإنتاجية العلمية للباحثين في أجهزة البحث العلمي : تجربة ميدانية" . وقائع الحلقة الدراسية النقاشية : تنمية القيادات الإدارية في أجهزة البحث العلمي العربية ، الأردن ، اكتوبر ١٩٩١م .

11. Hollman, I. et. al. : "Government and the Innovation Process". Reading in the Managment of Innovation, ed. Tushman, M. and W. Moor. Pitman, 1982 .

١٢ - الخليفة ، ناصر ومحمد المجذوب عبدالله : "دور مراكز البحث العلمي في تطوير القطاع الصناعي بالمملكة" . ندوة ربط دور البحث والتطوير العلمي بالقطاع الصناعي ، الغرف التجارية الصناعية ، جدة ١٤١٧هـ .

١٣ - الرشيد ، عبدالله وعبدالرحمن العبدالعالي : "أسلوب دعم ومتابعة تنفيذ البحوث العلمية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية" . ندوة تنظيم وإدارة تقييم أنظمة الأبحاث العلمية التطبيقية والتكنولوجية في الجامعات العربية ، اليونسكو وجامعة الخليج ، البحرين ، ١٤١٧هـ .

تنفيذ البحث العلمي

د. محمد بن ابراهيم السويل

يُعَرَّف العلم بأنه النشاط الإنساني الموجه لدراسة، وفهم، وتفسير الظواهر المختلفة في الكون. وقد زود العلم الإنسان بقدرات هائلة أعانته على تصريف أمور حياته، كما حث الخالق سبحانه وتعالى الإنسان على التأمل، والتفكر، وطلب العلم، والمعرفة، فجعله فريضة، كما ورد في الحديث الشريف: "طلب العلم فريضة على كل مسلم".

وقد ورد في القرآن الكريم ٧٥٠ آية - حسب إحصائية أحد العلماء المسلمين - تدعو العقل إلى التأمل في خلق الله وبدائع صوره، وهذا التأمل هو في مجمله ما تدور حوله عملية البحث العلمي.

فروع البحث العلمي

تتوزع فروع البحث العلمي في جانبين هما:

* **البحث العلمي الأساس (البحت):** وغالباً ما يكون نطاقه في مجالات العلوم الطبيعية النظرية، مثل الرياضيات والفيزياء التي لا تعطي نتائج محسوسة، وملموسه للعامة إلا بعد فترة قد تزيد أحياناً عن جيل، لأنه يتناول النظريات العلمية التي توصل إليها الإنسان، والعلاقات بين ظواهر الكون المختلفة، وغالباً ما يكون مجاله الجامعات وبعض مؤسسات البحث العلمي.

* **البحث العلمي التطبيقي:** ويقوم على استخدام النظريات في مجال العلوم الطبيعية التطبيقية المختلفة، مثل الهندسة، والطب، والزراعة، ويتميز في أنه بحث موجه لحل مشكلة فنية أو صناعية قائمة أو تطوير منتج أو خدمة جديدة، وتظهر نتائج البحوث العلمية التطبيقية بشكل سريع وملحوظ، وخاصة في العقود الأخيرة من هذا القرن، ويتولى القيام به مؤسسات البحث والتطوير في القطاعين العام والخاص.

غير أن التفريق بين جانبي البحث العلمي الأساس والتطبيقي لا يعني عدم وجود قنوات بينهما، بل إن تحليل العلاقات بين البحثين الأساس والتطبيقي يشير إلى أن الهوة الفاصلة تقليدياً بينهما تقلصت مؤخراً إلى حد كبير، كما يقول العالم **آرون كيلوغ** الفائز بجائزة نوبل في علم الأحياء الجزيئية، وكمثال على تقلص الفجوة يلاحظ أن تطبيقات الرياضيات، وهي تشكل العمود الفقري للبحث العلمي الأساس، قد ازدادت في العقدين الأخيرين زيادة كبيرة جداً أدت إلى التأثير في الفعاليات العلمية الأخرى، فالتقدم في علم الحاسب الآلي يعتمد بشكل حاسم على الرياضيات، كما أن علماء الرياضيات بالمقابل بحاجة إلى حواسيب متزايدة القدرة للتثبت من نظرياتهم.

أهمية إجراء البحوث العلمية

من الواضح أن الفجوة العلمية والتقنية بين الدول المتقدمة والدول الأخرى، وخصوصاً دول العالم النامي، تزداد اتساعاً على الرغم من الجهود الحثيثة من قبل دول العالم النامي لتضييقها، ومن أهم أسباب اتساع الفجوة هو أن الصناعة المحلية في دول العالم النامي يغلب عليها الطابع التجميعي، كما أنها غالباً ما تكون موجهة للسوق المحلية وبترخيص من شركات في دول العالم المتقدم، كما أن الخدمات ذات الصبغة التقنية مثل الاتصالات والمواصلات تعتمد في صيانتها وتحديثها على مصادرها في دول العالم المتقدم أيضاً، وهكذا تزداد الفجوة التقنية اتساعاً ومعها الفوارق الاقتصادية، وتجد دول العالم النامي نفسها في دوامة، لذلك لا بد لهذه الدول من أن تتوجه إلى مؤسساتها البحثية والعلمية للنظر في حلول لمشاكلها الفنية، ولتطوير تقنيات تركز على الاستفادة القصوى من خصوصيات تلك الدول ومن الموارد الطبيعية والبشرية لها، ثم تبني على تلك التقنيات صناعات وخدمات لها ميزات تنافسية وعوائد إقتصادية وإجتماعية إيجابية، وهنا تكمن أهمية إجراء البحوث في دول نامية مثل المملكة.

بيئة تنفيذ البحث العلمي

لابد من التأكيد منذ البداية على أن توفر الأعداد الكافية من العاملين في مجالات ومواقع البحث العلمي لايعني بالضرورة ازدهار البحث العلمي، ومع أن توفر وسلامة البنية التحتية لمرافق البحث العلمي من معامل ومعدات وقواعد معلومات ووسائل اتصال أمر ضروري لنجاح العملية البحثية، إلا أن ذلك وحده لا يكفي لازدهار البحث العلمي.

إن القيام بالبحث العلمي ينطوي على مجموعة واسعة ومتعددة من المدخلات الأساسية لنجاحه واستمراره وتمكنه من تلبية احتياجات حركة التنمية الشاملة، وقد يتسرع البعض مخطئاً، ويجعل من التمويل الشرط الأساسي لقيام بحث علمي سليم، إلا أننا نعتقد أن البيئة الأساسية اللازمة لترعرع البحث العلمي ونمائه تتطلب أموراً

ثيرة من أهمها ما يلي :

. وجود سياسات بعيدة ومتوسطة قصيرة المدى تبين الاتجاهات والأولويات بحثية وفقاً للأهداف الوطنية للتنمية .

. توفير النظم الإدارية والمالية المرنة المناسبة لمتطلبات ومتغيرات عملية بحث العلمي.

. إرساء نظام لجذب وتوجيه الطاقات العلمية لتميزة للعمل في مواقع البحث العلمي .

. مراجعة مستمرة للبحوث وتقويمها إعادة توجيه مساراتها حسب الأهداف وطنية للتنمية .

البحث العلمي والتنمية

إن التخطيط للبحث العلمي جزء ساسي من عملية التخطيط العام للتنمية ، أن البحث العلمي يساهم مساهمة أكيدة حاسمة في حركة التنمية الشاملة من خلال التطوير الكمي والنوعي للإنتاج ذي يلبي إحتياجات المجتمع ، ومن خلال إكتشاف موارد جديدة للسلع الخدمات .

ويمكن أن تنعكس مساهمات البحث لعلمي في التنمية على حسب القطاعات تي يدخل فيها ، ويمكن الإسهاب كثيراً ي الحديث عن مجالات مساهمة البحث لعلمي في القطاعات الأخرى من جوانب حياة في المجتمع ، والتي تظهر صورة مباشرة ، إلا أننا سوف نورد بعض أمثلة باختصار على بعض واجهات تأثير بحث العلمي في التنمية وهي ما يلي :

. رفع المستوى الصحي في المجتمع من خلال رعاية الطفولة والأمومة ، ومسح لأمراض التي يعاني منها المجتمع ، دراسة سبل الوقاية منها ، واستنباط عقاقير جديدة .

. تنمية الموارد الزراعية وكفاءة الأداء تحسين المحاصيل الزراعية نوعاً وكماً .

. البحث عن الموارد الطبيعية الجديدة تنميتها واستثمارها أو رفع كفاءة لستثمر منها .

. رفع مستوى جودة الخدمات والسلع لإنتاجية .

وبإيجاز ، يجب أن ترتبط عملية البحث العلمي بالتنمية ارتباطاً مباشراً ووثيقاً خاصة في الدول النامية التي تعاني من تبعيتها للدول المتطورة في المجالات العلمية والتقنية لتتمكن من فك حلقة التبعية التقنية التي تطوقها .

القطاع الخاص والبحوث العلمية

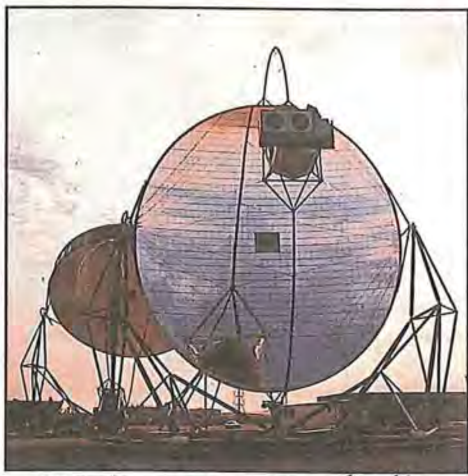
من الملاحظ أن معظم جهات القطاع الخاص في دول العالم النامي وبعض جهات القطاع العام تتوجه إلى الخارج بحثاً عن حلول لمشاكلها الفنية والتقنية ، وعندما تفد تلك الحلول من الخارج نجدها ترتكز على معطيات إجتماعية وبيئية مختلفة عن موقع تطبيق الحل ، ولكن عند توجه تلك القطاعات وخصوصاً القطاع الخاص نحو مؤسسات البحث والتطوير المحلية ، فإن الناتج سوف يكون حلاً أكثر مناسبة للواقع المحلي وإخصاباً للقدرات والخبرات المحلية وزيادة لوعيها بالمشاكل التقنية المحلية .

ولذلك ليس من المبالغة القول : أن من أهم عوامل نجاح مؤسسات البحث العلمي هو دعم القطاعات الخاصة لها بالاستشارة والمعلومات وبالتمويل عن طريق التعاقد مع هذه المؤسسات لإيجاد حلول للمشاكل الصناعية والتقنية وتطوير أساليب وتقنيات لتحسين الناتج الصناعي المحلي .

ولابد من التنوية هنا أنه في ظل إقرار قوانين واتفاقيات عالمية جديدة مثل التجارة الحرة ، وشيوع مفاهيم مثل العولمة (اتساع مجال الإنتاج والتجارة لتشمل السوق العالمية بأجمعها وإلغاء حدود الدولة في المجال الاقتصادي) فإن القطاع الخاص لابد أن يلزم نفسه بالبحث والتطوير للمحافظة على الاستمرارية والمنافسة مع الصناعات الأجنبية المماثلة ، وهذا ما يجعل اعتمادها على البحث العلمي وتأسيس نواة له ضمن المؤسسة الصناعية ، أو بالاعتماد على المؤسسات البحثية الوطنية مثل مدينة **الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** أمر ضروري .

البحث العلمي في المدينة

تقوم **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بإجراء البحوث من خلال سبعة معاهد هي معهد بحوث الطاقة ، ومعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية ، ومعهد بحوث الطاقة الذرية ،



* المُركِّز الشَّمسي، أحد أجهزة معهد بحوث الطاقة.



* جانب من محطة (ديراب) التابعة لمعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية.




* طبق استقبال صور فضائية ، معهد بحوث الفضاء .

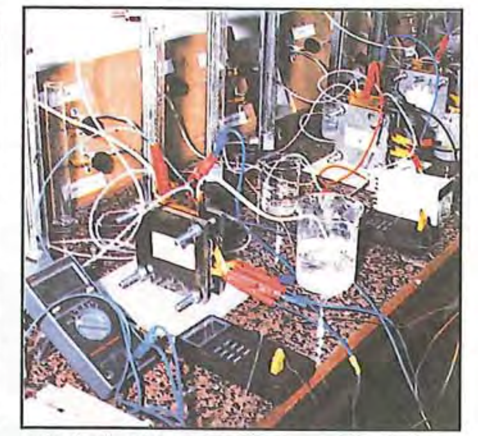


* مختبر معهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية .

ومعهد بحوث البترول والصناعات البتروكيميائية ، ومعهد بحوث الفلك والجيوفيزياء ، ومعهد بحوث الفضاء ، ومعهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات . ويعمل في هذه المعاهد ما يزيد عن أربعمائة باحث من مختلف الفئات والرتب العلمية .

وتستند هذه المعاهد في تنفيذ أعمالها على خطط تركز على إجراء أبحاث تطبيقية في مجالات معينة ينتج عنها نماذج أولية لمنتجات أو خدمات أوحلول ذات قيمة علمية وعملية عالية لها مردود إقتصادي يمكن للقطاع العام أو الخاص تبنيها ونشرها في المملكة ، وبذلك تكون المدينة حلقة وصل بين البحث والصناعة والتنمية .

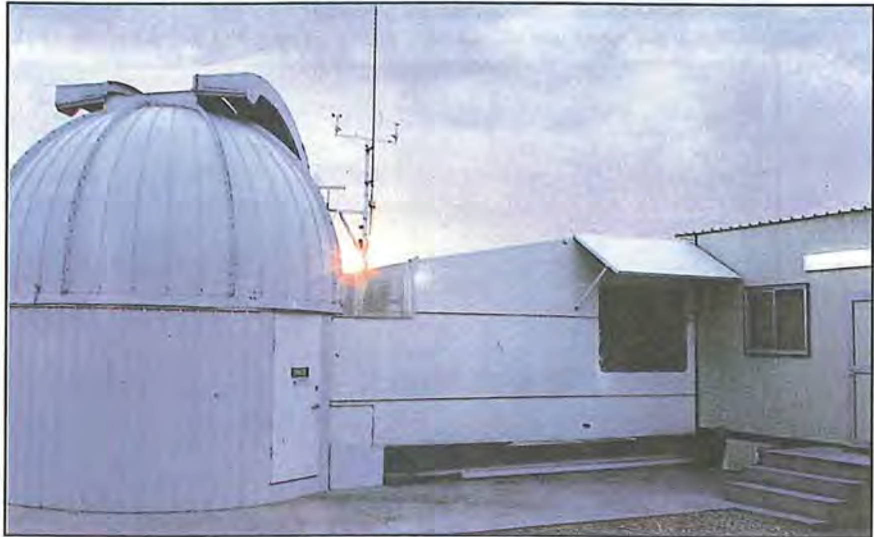
ويبين الجدول أعلاه الملامح الرئيسة لهذه المعاهد ونشاطها .



* بعض أجهزة معهد بحوث الإليكترونيات والحاسبات .

المعهد	الفلك	الطاقة الذرية	الحاسب الآلي	البيئة	البترول	الاستشعار عن بعد	الطاقة الشمسية	الأجهزة العلمية
برامج/أقسام	٢	٨	٨	٩	٧	١١	٥	٣
معامل	٣	١٨	٤	١١	٨	٣	٧	٨
مشاريع بحثية ١٧/١٨هـ	١٣	٢٨	١٥	٣٢	١٠	٩	١٥	٤
استشارات/دراسات ١٦/١٧هـ	٨	١٥	١٥	٩	١٢	١٤	١٦	٣
مرافق بحثية خارج الرياض	٧	٣	٠	٣	٠	١	٤	٠

(المصدر : النشرة التعريفية لمعاهد البحوث ١٤١٧/١٤١٨هـ)



* مرصد الليزر ، معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء

المراجع

١ ـ معنى التكنولوجيا ، ١٩٩٥م ، أسامة الخالدي ويوسف البشراوي ، دلمون للنشر .

٢ـ مستقبل العلم ١٩٩١م ، ترجمة مكي الحسيني الجزائري عن أكاديمية العلوم والفرنسية .

٣ ـ مناقشات جانبية مع د. دحام العاني ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية .

الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية في المملكة

أ. خالد بن فهد أبو حيمد

إن المستقرىء لتاريخ الحضارات الإنسانية الحديثة يجد أن التطور المذهل في المجالات العلمية والتقنية ، الذي شمل دول العالم الصناعي منذ الحرب العالمية الثانية على وجه التحديد ، قد إقترن بقيام تلك الدول بوضع خطط علمية وتقنية فعّالة ترمي إلى تسخير وتوجيه وتنسيق كافة مواردها نحو الأهداف والأولويات الوطنية ، الأمر الذي مكنها واقعياً من مواجهة التحديات التي إعترضتها بخطى ثابتة وواثقة والوصول بها نحو ناصية التقدم العلمي والتقني والصناعي الذي تعيشة الان .

ليس هذا فحسب بل إن السنوات القليلة الماضية التي شهدت تجارب دول صناعية جديدية مثل : كوريا وتايوان وماليزيا وإندونيسيا ، في طريقها للحاق بركب الدول المتقدمة ، بل وأذهلت في تحولها المفاجيء هذا الباحثين ومتخذي القرار في دول العالم قاطبة ، ماكان لها أن تصل إلى ما وصلت إليه من تقدم تقني وصناعي لولا تبنيها منهجا تخطيطيا سليما في مسيرة تطورها العلمي والتقني والصناعي .

تخطيط العلوم والتقنية بالمملكة

إدراكاً من المملكة العربية السعودية لتلك الحقائق ، وأن التخطيط ميزة لمن يملك أدوات الإنتاج ، وحرصاً منها على إختصار الزمن في بناء دولة عصرية متطورة - إن شاء الله - بدأت في الوقت الحاضر من خلال **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بالشروع في التخطيط الشامل للعلوم والتقنية ، مستمدة فلسفتها في ذلك بالمباديء والقيم والتعاليم الإسلامية السمحة ، ومستهلة في ذلك من تجاربها الناجحة والمتميزة في تخطيطها للتنمية الشاملة على مدى ربع قرن من الزمن .

فالمملكة من أوائل الدول النامية القليلة التي بدأت التفكير في تخطيط أنشطتها العلمية والتقنية منذ سنوات طويلة ترجع إلي بداية سنة ١٣٩٠هـ ، ثم ترسخت تلك المفاهيم في خطة التنمية الثانية (١٣٩٥ - ١٤٠٠هـ) التي دعت إلى وجوب إقامة هيئة مركزية لتخطيط وتنسيق أنشطة العلوم والتقنية تكون ضمن مسؤولياتها المتعددة وضع السياسات والخطط الوطنية للعلوم والتقنية ، وتم تنفيذ تلك التوجيهات بإنشاء المركز الوطني السعودي للعلوم والتقنية (الآن **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**) سنة ١٣٩٧هـ ... ثم توجت تلك التوجهات بما جاء في الفقرة (١) من المادة الثالثة من نظام المدينة الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٨ وتاريخ ١٩/٤/١٤٠٦هـ الذي أناط بالمدينة «اقتراح السياسة الوطنية لتطوير العلوم والتقنية ووضع الاستراتيجية والخطة اللازمة لتنفيذها » .

ولكن هذه المهمة .. مهمة التخطيط الشامل للعلوم والتقنية تبلغ مداها اليوم بعد المنجزات الضخمة التي حققتها المملكة في كافة الميادين لتفسح مجالا رحبا في هذا الوقت بالذات لإسهام قطاع العلوم والتقنية وأخذه موقعا رياديا في التنمية الشاملة .

من هذا المنطلق تقوم **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** حاليا بإعداد خطة وطنية شاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى في المملكة للفترة (١٤٢٠ - ١٤٤٠هـ) وذلك بالاشتراك مع الجهات ذات العلاقة بالعلوم والتقنية في القطاعات العامة والخاصة والمشتركة ، ووزارة التخطيط باعتبارها الشريك الرئيسي والأساسي في جميع مراحل إعداد الخطة ومتابعتها وتنفيذها ، وهو ما سيعمل إن شاء الله على ضمان التكامل المنشود بين الخطط الوطنية للتنمية وخطة العلوم والتقنية .

إعداد خطة العلوم والتقنية

لقد نفذت المملكة العربية السعودية - بحمد الله - خطط وبرامج طموحة للتنمية في كافة المجالات كان من أهم معالمها تنمية القوى العاملة ، وإقامة المرافق والتجهيزات الأساسية ، وإقامة وتطوير الصناعات المحلية .. وحتى يضمن إن شاء الله استمرار نجاح خطط التنمية وبرامجها ، وتتحقق الإستفادة القصوى من معطياتها ونتائجها ، فانه من الضروري حشد الطاقات والموارد العلمية والتقنية الوطنية لخدمتها ومساندتها ، وتنسيق وتوجيه تلك الطاقات ورفع كفائتها بما ينسجم مع المتغيرات والمستجدات المحلية والدولية الحالية والمستقبلية .

فالتقدم السريع والمستمر الذي يشهده العالم في بعض المجالات العلمية والتقنية وما تنطوي عليه من فرص كامنة يمكن للمملكة استغلالها ، أو ما قد يترتب عليه من إتساع الفجوة التقنية التي يمكن تجنبها ، يتطلب تركيز إمكانات وطنية في مجالات محددة من العلوم والتقنية وفقا للميزات النسبية للمملكة .. كما أن المحافظة على الدور المتنامي للقطاع الصناعي والتحسن المستمر في قدراته وكفاءاته الاستثمارية والإنتاجية والتنظيمية في ظل زيادة حدة المنافسة والتكتلات الدولية الراهنة ، يتطلب توافر القدرات التنافسية للمنتجات الوطنية وتعزيزها بالتجديد والإبداع والإرتقاء بجودتها كما أن التوسع الشامل والسريع في الخدمات المختلفة التي تقدمها الدولة ، يتلازم وزيادة مطردة في جلب أحدث التقنيات التي تتواكب ومستوى المعيشة للمجتمع السعودي ، علاوة على أن المحافظة على المستوى الراقي للخدمات الصحية والوقائية ، وكذا المحافظة على الموارد الطبيعية ومواجهة ظروف بيئية محددة كالنقص الحاد في المياه ، يحتاج إلى جهود واسعة من المراكز البحثية والتقنية لايجاد الحلول التي تتناسب والظروف السائدة في المملكة .

وهذا كله يعني أن مواجهة تلك التحديات للمسيرة التنموية المستقبلية للمملكة وهي تتأهب لدخول القرن الحادي والعشرين مرهون ، بتطوير القدرات الوطنية للعلوم والتقنية ، وإقامة قاعدة صلبة متكاملة وفعّال تعمل على تقليل الاعتماد المتزايد على التقنية

المستوردة وعلى خدمة ومساندة خطط التنمية على المدى القصير والمتوسط والبعيد، وهو ما يتأتى من خلال رسم خطط ترمي إلى تحديد التوجهات الوطنية المستقبلية للعلوم والتقنية واستخدام امكاناتها ومواردها المتوفرة بالصورة المثلى، مع توفير أفضل الظروف لتعزيز دور واسهام المؤسسات العلمية والتقنية في التنمية الوطنية وتنسيق أنشطتها .

ومن هنا أتت أهمية إعداد خطة وطنية للعلوم والتقنية لتكون اطارا مرجعياً إرشادياً في توجيه الموارد والإمكانات العلمية والتقنية نحو الأولويات والاحتياجات الوطنية ، وفي تحديد الإختبارات الإستراتيجية والتوجهات والبرامج المستقبلية لكافة الأنشطة العلمية والتقنية في المملكة ، وذلك ضمن إطار تنسيقي فعّال ينسجم مع الأهداف والتوجهات الاستراتيجية للتنمية .

الخطة الشاملة للعلوم والتقنية

إدراكاً لأهمية إعداد خطة وطنية شاملة للعلوم والتقنية وما تمثله من تحول حضاري في مسيرة المملكة نحو تطوير قدراتها العلمية والتقنية ، فقد كرست المدينة جهودها وعملت على تسخير كافة إمكاناتها ومواردها لإنجاز هذه الخطة في وقتها المحدد وبصورة تمكن من استيعاب واقع ومستقبل التنمية الشاملة في المملكة ، ولتعكس بذلك الطموحات الوطنية والآمال المنشودة المراد تحقيقها .

فمن جانب ، قامت المدينة بخطوات تحضيرية واسعة شملت عقد عدد من الندوات وإجراء العديد من الدراسات التي اشتملت على دراسات مسحية أولية للقطاعات الإجتماعية والإقتصادية المختلفة وأولوياتها ، وكذلك دراسات تجارب الدول المشابهة للمملكة في الظروف والدول المتطورة علميا وتقنيا ، وقد تم التوصل من خلالها إلى بلورة تصورات متكاملة حول المناهج والأساليب التخطيطية المثلى لقضايا العلوم والتقنية وتنميتها .

أما من جانب آخر ، فقد حرصت المدينة على التنسيق المبكر مع وزارة التخطيط باعتبارها الشريك الرئيسي والأساسي في جميع مراحل إعداد الخطة ومتابعتها وتنفيذها ، حيث تم تشكيل لجنة عليا للخطة تتكون من معالي وزير التخطيط ومعالي رئيس **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** ، تقوم بالاشراف المباشر على إعداد الخطة من النواحي الإدارية والفنية وإقتراح السياسات والاستراتيجيات ومناقشة الأهداف وخطوات العمل والتصديق عليها . وقد قامت هذه اللجنة بدورها بتكوين لجان مشتركة بين المدينة والوزارة لإعداد المراحل المختلفة للخطة .

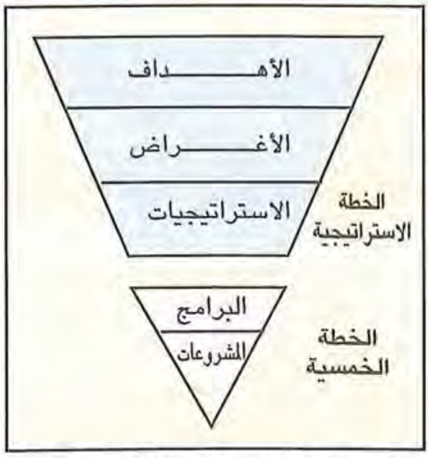
ولما كانت الخطة الوطنية تهم قطاعات كثيرة حكومية وخاصة ، لذلك كان في اشراك هذه القطاعات في التخطيط والتنفيذ أمر حيوي يحقق تكامل خطة العلوم والتقنية مع خطط التنمية لهذه القطاعات .. وتسهيلاً لمشاركة تلك الجهات المتعددة في مراحل إعداد الخطة وتنفيذها ـ خاصة وأن هذا الأمر يتم لأول مرة على المستوى الوطني ـ فقد قامت لجان إعداد الخطة بإعداد دليل يشتمل على تصور متكامل لخطوات إعدادها والجهات التي ستشارك في وضعها وطريقة متابعتها وتنفيذها سمي « دليل إعداد الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى » والذي يجري الآن على ضوء تنفيذ الخطوات والمهام المختلفة للخطة وفقاً للجدول الزمني المحدد بذلك .

مكونات الخطة الشاملة

تتكون عملية التخطيط الشامل للعلوم والتقنية كما هو موضح في الشكل (١) من عناصر تخطيطية متعددة تبدأ بالأهداف العامة أو الغايات ، ثم الأهداف المحددة أو الأغراض ثم الاستراتيجيات ، ثم البرامج والمشروعات .. وترتبط تلك العناصر أحاديا وزمنياً بمجموعات أو سلاسل متعددة من النشاطات تشكل في مجموعها خطة شاملة للعلوم والتقنية تتكون من جزئين هما :

الجزء الأول :خطة بعيدة المدى (إستراتيجية) تحوي الإطار العام لتخطيط العلوم والتقنية في المملكة من أهداف وسياسات واستراتيجيات بعيدة المدى لتنمية العلوم والتقنية ، وذلك للفترة بين عام ١٤٢٠ ـ ١٤٤٠هـ ، وقد تم تحديد المدة الزمنية لها بعشرين عاما بناء على الأسس العملية الآتية :

ـ الفترات الزمنية المخصصة لخطة التنمية وهي خمسة أعوام ، والتي لا تكفي لإعداد وتطوير مؤسسات وبرامج علمية وتقنية وإدارية .



● شكل (١) مكونات الخطة الشاملة للعلوم والتقنية.

ـ الفترات الزمنية التي سيستغرقها تحقيق أهداف خطة العلوم والتقنية .

ـ الطبيعة الخاصة للعلوم والتقنية والفترة الزمنية اللازمة لتطوير أو نقل التقنية ونشرها ثم استخدامها .

ـ الفترة العملية للتخطيط ودقة التنبؤ بالمتغيرات ، والقدرة على التحكم في عناصر الخطة وتنفيذها .

ويمثل الربط بين الأهداف والأغراض وأولوياتها والاستراتيجيات مع بدائلها ، تعريفا واسعا للخطة الاستراتيجية لتنمية العلوم والتقنية ، كما ستشمل الخطة الاستراتيجية أيضا على تقديرات مبدئية للموارد وللتوزيع المبدئي للغراض والاستراتيجيات ، كما ستوضح الخطوط العامة ومعايير التحكم في الخطط الخمسية .

الجزء الثاني : يتكون من أربع خطط تفصيلية وتنفيذية مدة كل منها خمسة أعوام ، توضع ضمن إطار الخطط الخمسية الوطنية (السابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة) للتنمية ، وتشمل هذه الخطط الخمسية أهدافها المرحلية وتفاصيل برامج ومشاريع العلوم والتقنية للقطاعات المختلفة المراد تنفيذها خلال السنوات لكل خطة .. وسوف تعالج الخطة الخمسية الأولى للعلوم والتقنية عددا صغيرا من الأغراض ومجموعة محدودة من البرامج والمشروعات التي تتسم بالضرورة لبدء برنامج طويل المدى ، أو التي تُركز على تنمية هيكل البنية الأساسية للعلوم والتقنية أو لتلبية حاجة ذات أولوية قصوى ، أو تحسين ظروف قائمة حاليا .

هذا وتعد الخطة الاستراتيجية والخطة الخمسية للعلوم والتقنية كما يوضحه الشكل (١) منتجات تكميلية لعملية التخطيط

لشامل، بينما يقدم الشكل (٢) العلاقة القائمة بين الخطط الاستراتيجية والخمسية للعلوم والتقنية وبين خطط التنمية الوطنية، وكذا عملية مراجعة وتحديث تلك الخطط.

معالم خطة العلوم والتقنية

ستتسم الخطة الوطنية للعلوم والتقنية بجملة من الخصائص الهامة التي سيتم أخذها في الاعتبار عند صياغة عناصرها المختلفة .. فالخطة ستكون شاملة لجميع المجالات العلمية والتقنية في مختلف الجهات والمؤسسات الاقتصادية والاجتماعية والادارية في القطاعين العام والخاص، ولذلك فإن الخطة ستشتمل على أهداف واسعة ومجالات عمل استراتيجية متعددة مثل:

- إيجاد الوعي الاجتماعي والجو الملائم الذي يشجع على تنمية العلوم والتقنية.
- تطوير القوى العاملة في مجالات العلوم والتقنية بجميع مستوياتها وبما يمكنها من مساندة الأنشطة العلمية والتقنية.
- بناء وتنمية القدرات والامكانات الوطنية للبحث والتطوير والتنسيق بينها لتنسجم مع المتطلبات والاحتياجات الوطنية للتنمية.
- نقل واكتساب التقنية وتطويعها محليا.

كما أن الخطة ستكون شاملة أيضا في معالجتها لدور العلم والتقنية في تنمية جميع القطاعات، وذلك من خلال الوظائف التالية:

- توليد المعارف والتقنيات (الابتكارات).
- نقل المعارف والتقنيات (التقويم والاختيار والتطوير)
- تعميم نتائج الأنشطة العلمية والتقنية وتطبيقها في المجالات المختلفة.
- إعداد القوى البشرية.

وفي ظل هذه الاعتبارات .. فإن الخطة ستعمل على دمج التصورات المختلفة لاحتياجات العلوم والتقنية للمملكة، وستربط ما بين مختلف المجالات العلمية والتقنية، كما أن هذه الخطة لابد أن توازن بين التطوير المحلي للتقنية وبين الاستيراد وذلك طبقا للتوقعات الواقعية لتطور القدرة الوطنية لتطويع واستيعاب التقنية، ولابد أن تعالج كافة جوانب اسهامات العلوم والتقنية للبرامج الوطنية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية .. كما أن الخطة ستضع في الاعتبار كلا من المتطلبات على المدى القصير والبعيد، وستوفق ما بين البرامج الصغيرة والكبيرة للتنمية والمشروعات.

ولما كانت الخطة الاستراتيجية ستشمل فترات زمنية لأربع خطط خمسية، فقد روعي أن تكون الخطة مرنة قابلة للتعديل، لتكون إن شاء الله قادرة على الاستجابة السريعة لاستيعاب التطورات المستجدة والابتكارات في مجالات العلوم والتقنية سواء المحلية منها أو الدولية، بحيث تشتمل على وسائل لتعديلها بحيث تعكس التطورات في برامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية في ضوء الانجازات المتحققة.

وحتى يتحقق النجاح لخطة العلوم والتقنية أن شاء الله، فإنها ستكون عملية وواقعية من حيث أهدافها وتوقعاتها وبرامجها الزمنية، إذ أنه ليس من الممكن القيام ببرامج كبيرة أو تنفيذ برامج في جميع مجالات العلوم والتقنية بوقت واحد، ولذا فإن الخطة ستعمل على تحديد أهداف وأولويات تتناسب مع الظروف والموارد المتاحة .. ولما كان الغرض من الخطة هو تلبية الاحتياجات العاجلة لخطط التنمية بالاضافة إلى إقامة قاعدة وطنية متطورة للعلوم والتقنية، لذلك فإن أهداف وأولويات خطة العلوم والتقنية ستنبثق وستكون ضمن نطاق الأهداف والأولويات الوطنية للتنمية.

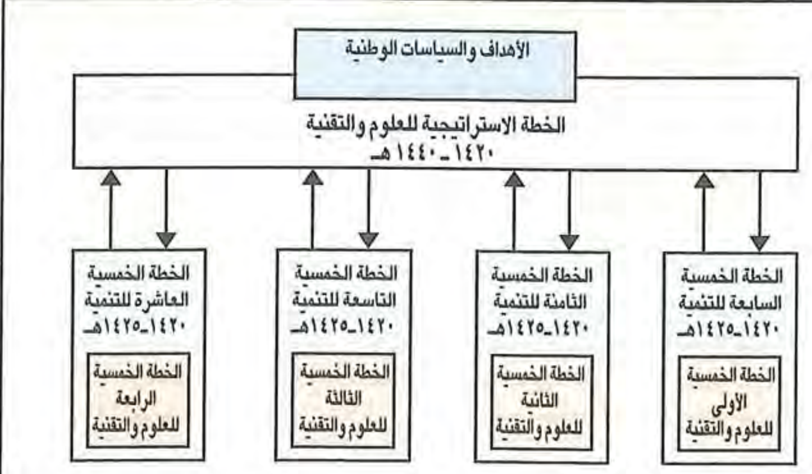
وخلال صياغة تلك الأهداف، سيتم دراسة الاختلافات بين أهداف وأغراض تنمية العلوم وأهداف وأغراض تنمية التقنية، مع مراعاة الاختلافات بين الاستراتيجيات والسياسات المرتبطة بها، ومع التأكيد في نفس الوقت على التكامل والتوازن بينهما خلال المراحل المختلفة لعملية التخطيط.

وحيث أن المملكة تزخر بحمد الله بموارد طبيعية وإمكانات متعددة الأمر الذي سيساعد إن شاء الله على إقامة قاعدة وطنية متطورة للعلوم والتقنية، فإن البحث والتطوير ونقل التقنية والتصنيع وغيرها من عناصر تلك القاعدة تعتمد اعتمادا كبيرا على تواجد القوى العاملة المدربة .. وعليه فإن الخطة ستركز على تنمية الكوادر البشرية المدربة القادرة على العمل في حقول العلوم والتقنية واضعة في الاعتبار أن تنمية الكوادر البشرية يجب أن ينسق ويتواكب مع تطوير مماثل في قاعدة العلوم والتقنية وعناصر التنمية الأخرى، إذ أن جزءاً كبيراً من تدريب هذه القوى واكتساب الخبرة يتم بالممارسة الفعلية في الحقل وأثناء العمل.

مراحل إعداد الخطة

تم تقسيم الأنشطة المختلفة لإعداد المكونات الأساسية للخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية وفق منهج يستند إلى جملة من الخطوط بدءا من التعرف على الواقع العلمي والتقني في المملكة وتقييم الاحتياجات وتحليل الاتجاهات، فبناء المشاهد (السيناريوهات)، ووصولاً إلى صياغة الأهداف والاستراتيجيات ووضع البدائل والخيارات، ومن ثم رسم البرامج والمشروعات .. وبناء عل ذلك فإن إنجاز تلك الأنشطة المختلفة سيتم على ثلاثة مراحل رئيسية متوالية ومتداخلة في نفس الوقت، وهي:

المرحلة الأولى: ويجري العمل حالياً في إعدادها، وتختص بدراسة وتقييم للوضع



● شكل (٢) علاقة الخطة الإستراتيجية والخطة الخمسية للعلوم والتقنية بالتنمية الوطنية.

الراهن للعلوم والتقنية في المملكة والتعرف على مدى ارتباط وتفاعل قاعدة العلوم والتقنية باحتياجات ومتطلبات خطط التنمية وكذلك قدرتها على مساندتها وخدمتها .. كما تشتمل على تحليلات للاتجاهات المستقبلية للتنمية وتقييم احتياجاتها ، وعلى دراسات استشرافية مستقبلية في عدد من الحقول العلمية والتقنية وآفاقها في المملكة .. هذا وسيشكل مجموع هذه الدراسات منطلقا أساسياً لرسم الاستراتيجيات والبرامج الملائمة لتنمية العلوم والتقنية في المملكة خلال العشرين سنة القادمة .

المرحلة الثانية : وتختص بمجموعة من الأنشطة ذات العلاقة بإعداد العناصر الأساسية للخطة الاستراتيجية التي تم الإشارة إليها وهي الأهداف العامة وأولوياتها ، والأغراض وأولوياتها ، والإستراتيجيات وبدائلها ، مع تحديد مبدئي للبرامج التي سيتم تنفيذها لتحقيق تلك الاستراتيجيات والأولويات بين هذه البرامج ومنهاج ومراحل تنفيذها ، وكذلك تقدير الموارد المطلوبة لتنفيذ تلك الأعمال .

المرحلة الثالثة : وتختص بإعداد الخطط الخمسية ويتم فيها إعداد تفاصيل البرامج مع وصف لأهداف وأولويات والمراحل الزمنية للمشروعات التي سيتم إعدادها من قبل الجهات المعنية في القطاعات .. هذا ويتوقع الإنتهاء من إعداد كامل عناصر الخطة الخمسية الأولى للعلوم والتقنية إن شاء الله مع بداية عام ١٤٢٠هـ تاركاً بذلك وقتاً كافياً لاستكمال عمليات إدخال عناصرها المختلفة ضمن الخطة الخمسية السابعة للتنمية (١٤٢٠ ـ ١٤٢٥هـ) .

وباستكمال الخطة الخمسية للعلوم والتقنية ينتهي إعداد كافة مكونات الخطة الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية بعيدة المدى في المملكة بإسهام من الأطراف المعنية في القطاعين العام والخاص ومؤسسات التعليم ومراكز البحث العلمي ، ولتدخل بذلك مرحلة تحد رئيسية .. مرحلة تتطلب تضافر كافة الجهود الوطنية نحو تحويل أهدافها وتوجهاتها وبرامجها إلى واقع ملموس قابل للتنفيذ يعمل على رفد مسيرة التنمية وتعزيز انجازها بما يحقق الامال والطموحات التي تصبو اليها المملكة للوصول إلى مصاف الدول المتقدمة في المستقبل المنظور بإذن الله .

دور العلوم والتقنية في التنمية المستدامة

أ / عبد الله النصر



خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان وهيأ له سبل الحياة فخلق له بيئة صالحة لحياته جعل فيها كل شيء بقدر ، وجعل بين عناصرها المختلفة توازناً تاماً يضمن لها الاستمرارية إلى أجل مسمى . وفي طريق الإنسان الطويل إلى التطور وصل إلى مرحلة اكتسب عندها ، من خلال التقدم السريع للعلوم والتقنية ، قدرة كبيرة على استغلال الموارد الطبيعية لهذه البيئة وتغيير انظمتها بطرق لا حصر لها وعلى نطاق لم يسبق له مثيل .

اتجه الإنسان منذ أن خلقه الله على هذه الأرض إلى البيئة المحيطة به لتوفير مقومات الحياة الضرورية من مأكل ومشرب وملبس ومسكن وطاقة وغيرها . ومع مرور الوقت وتقدم الإنسان في الناحيتين العلمية والتقنية ، بدأ في تسخيرهما لاستغلال الموارد الطبيعية والبيئية لتوفير قدر أكبر من وسائل الراحة والرفاهية له . ومع ازدياد الأعداد البشرية على هذا الكوكب واستمرار الإنسان في سعيه وراء معدلات أكبر من التقدم والتطور في المجالات الصناعية والزراعية والنقل بدأت التأثيرات البيئية السيئة ونقص الموارد الطبيعية وتلوثها في الظهور بشكل لم يسبق له مثيل في تاريخ البشرية . وفي السنوات الأخيرة بدأ الإنسان يعي التأثيرات السلبية التي سببها للبيئة والموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة . لذلك بدأت تحذيرات العلماء والمختصين وتم عقد عشرات المؤتمرات والندوات العلمية التي تنادي بصيانة البيئة والمحافظة عليها .

ولقد كان لرؤية كوكب الأرض ، لأول مرة من الفضاء ، في منتصف القرن العشرين ، تأثيراً كبيراً على الفكر الإنساني في نظرته إلى الأرض ، التي بدأت من الفضاء الخارجي صغيرة في هذا الكون الواسع مغطاة بالغيوم والمحيطات الزرقاء والخضرة والتربة خالية من أي أثر كبير للنشاط البشري، مما جعل الإنسان يفكر في سلامة هذا الكوكب والأنظمة البيئية فيه بما فيها الإنسان ، ومما جعله أيضاً يسعى ، عن طريق استخدام العلوم والتقنية وتسخيرهما ولكن هذه المرة لصيانة الأرض ومواردها الطبيعية ومقوماتها البيئية والمحافظة عليه بشكل يتيح له الحصول على احتياجاته الحالية مراعياً في نفس الوقت احتياجات الأجيال القادمة .

التنمية المستدامة

يمكن تعريف التنمية على أنها كل ما نفعله جميعاً في السعي لتحسين حياتنا وتطويرها نحو الأفضل (حسبما نعتقد) مستخدمين في ذلك كل الموارد والوسائل والأدوات والمعرفة المتاحة من حولنا . إن التنمية رحلة طويلة لا تتوقف ولا يمكن تحقيقها مرة واحدة وبشكل كامل ، إذ أنها عملية تراكمية تحتاج إلى وقت وتكاليف وخيارات وقرارات ، ليس فقط للتعامل مع التغير السريع الذي يحصل على مستوى العالم في مجالات التنمية وتوجهاتها ، ولكن أيضاً للتحكم بمقدار هذا التغير ونوعيته .

لقد كان الإنسان في سعيه لتحقيق التنمية ، وخاصة في العقود الأخيرة من هذا القرن ، غافلاً في بعض الأحيان ومتجاهلاً في أحايين كثيرة آثارها السلبية التي تمثلت في ظهور العديد من المشكلات التي انعكست على البيئتين الطبيعية والاجتماعية معاً وأصبحت مشكلات كل بيئة تعزز وجود مشكلات البيئة الأخرى وتزيد من حدتها . لذلك كان لزاماً على الإنسان أن يعمل على المحافظة على التنمية التي حققها على مر الأجيال واستدامتها وذلك عن طريق العمل على سلامة البيئة وتوازن عناصرها .

إن التنمية المستدامة هي المبدأ القائل بأن النمو الاقتصادي والتطور ـ أو التنمية بمفهومها الشامل ـ لابد أن تتم ضمن الأطر والحدود التي يضعها علم البيئة بمعناه الواسع وذلك من خلال دراسة وفهم العلاقات المتبادلة بين الإنسان ونشاطاته المختلفة وبين البيئة التي يعيش فيها وما يحكمها من قوانين فيزيائية وكيميائية .

وترتكز فلسفة التنمية المستدامة على أن الاهتمام بالبيئة وما تحتويه من موارد طبيعية هو أساس التنمية الاقتصادية وما تقود إليه من تنمية في النواحي الأخرى الاجتماعية والصحية والثقافية وغيرها ، حيث أن الموارد الطبيعية الموجودة في الكرة الأرضية وعليها ومن حولها من معادن وتربة وكائنات حية حيوانية ونباتية وماء وهواء

ى أساس كل الأنشطة الزراعية والصناعية ، إذا حافظنا عليها وقمنا بترشيد استهلاكها صيانتها وتطويرها فإن ذلك يعمل على تعزيز كل من عناصر البيئة والتنمية في آن احد واستدامتها.

وتتطلب التنمية المستدامة الوفاء الاحتياجات الأساسية وتوفير الفرص لجميع لتحقيق ما يتطلعون إليه من حياة فضل ، وتتطلب أيضاً تعزيز القيم والمفاهيم لتي تشجع على ترشيد الاستهلاك ، وذلك في حدود إمكانات الطاقات الإنتاجية المتغيرة لأنظمة البيئية ، وكذلك توجيه كل الجهود بما فيها العلمية والتقنية لاستغلال الموارد ستغلالاً مدروساً ومخططاً ، وذلك عن طريق توجيه دفة البحث العلمي وتعزيز البرامج الأنشطة العلمية التي تأخذ في الاعتبار ربط لعلوم باحتياجات وأولويات المجتمع ، وكذلك نقل التقنيات النظيفة وتطويعها وتطويرها لأجل تحسين الأحوال الاقتصادية والصحية الاجتماعية للسكان دون تدمير للموارد لطبيعية والأنظمة البيئية التي تحفظ استمرارية الحياة ، بإذن الله ، على كوكب لأرض .

العلوم والتقنية والتنمية المستدامة

أدى التقدم العلمي والتقني إلى توفر لوسائل والأدوات والمعلومات والتعامل معها والاستفادة منها بشكل أفضل ، مما ساعد في إدارة الموارد الطبيعية والبيئة وعمليات الإنتاج بصورة فعالة . كما ساهمت البحوث العلمية في السنوات الأخيرة مساهمة كبيرة في فهم العمليات المختلفة التي تحكم النظم البيئية وتؤثر فيها . كذلك حصل تقدم كبير في لتقنية وتطبيقاتها التي تتلائم مع حماية البيئة وصيانتها .

لقد أدى ذلك التقدم إلى تحسن كبير في الأحوال المعيشية لأغلبية سكان العالم وذلك لتوفر الغذاء والمياه والرعاية الصحية والتعليم والمواصلات والاتصالات وغيرها من ضروريات الحياة ، وقد كان لذلك أثر لا بأس به في تخفيف الضغوط على الموارد الطبيعية والبيئة خصوصاً في البلدان الأقل نمواً والتي يتسبب فقر وجهل الكثير من سكانها في تدمير الأنشطة البيئية وعناصرها .

ولعل أهم المجالات العلمية والتقنية التي تساهم في مجال التنمية المستدامة ما يلي :

● علوم وتقنيات المعلومات

المعلومات قوة . والكيفية التي يستخدم بها أي بلد مصادر المعلومات لديه ستؤثر بشكل كبير على تطوره ومكانته بين دول العالم . والتقدم الذي أحرزته بعض الدول في مجال القوة السياسية والعسكرية والاقتصادية له علاقة كبيرة بقدرتها على جمع ومعالجة وتحليل المعلومات واستخدامها وتوزيعها ، وهي من أهم الميزات التي تتقدم بها تلك الدول على بقية دول العالم الأخرى .

وتعد المعلومات بشتى أنواعها العنصر الأكثر أهمية في أغلب القرارات والأعمال التي تتخذ وتنفذ بشكل يومي في كل مناحي الحياة ، كما تعد الوسيلة الأكثر تأثيراً في إمكانية الحصول على الموارد ، وفي طريقة وسرعة التنفيذ وتعزيز كفاءة عمليات الإنتاج وتحسين التبادل التجاري والقدرة التنافسية وتسهيل نقل التقنية وتطبيقها ونشرها. ونظراً لأن الكثير من المعلومات المتصلة بإدارة الشؤون العامة للحياة ومتطلباتها ـ من أهمها الموارد الطبيعية والبيئية ـ متوفرة بصورة أو بأخرى ولكنها في الغالب مشتتة ويصعب الحصول عليها بسهولة ، لذلك فإن علوم وتقنيات المعلومات الحديثة تستطيع أن تساعد بشكل كبير في عملية جمع ومعالجة وتحليل وتخزين تلك المعلومات بكفاءة عالية وعرضها بطرق مناسبة وبالسرعة المطلوبة .

وتعد أنظمة المراقبة العالمية باستخدام التوابع الصناعية ـ خاصة تقنيات الاستشعار عن بعد ـ من أفضل الوسائل التي تتيح عملية رصد مساحات شاسعة من سطح الأرض وإنتاج معلومات رقمية عن الموارد والبيئة والنشاطات البشرية والتي تتم معالجتها وتحليلها بواسطة الحاسب الآلي وتوفيرها على شكل صور وخرائط بمقاييس رسم مختلفة . كما يمكن دمج تلك المعلومات والصور والخرائط مع التقارير والمعلومات الإحصائية الأخرى بوساطة استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية ، التي تعد ثورة في مجال دمج المعلومات ، وتحليلها ، واسترجاعها ، وتحديثها ، واشتقاق المعلومات الأخرى منها ، وتوفيرها بالشكل المناسب ليمكن استخدامها من قبل أصحاب القرار والمختصين في اتخاذ القرارات المناسبة ، أو إجراء الدراسات والبحوث الخاصة حول استخدامات الأرض ومواردها وإداراتها بأسلوب يضمن استغلالها الاستغلال الأمثل واستدامتها .

● علوم وتقنيات التطبيق

ساعدت الابتكارات والتجارب البشرية في مجال علوم وتقنيات التطبيق على تحسين جوانب الحياة المختلفة وإيجاد الحلول المناسبة لبعض المشاكل التي تواجه التنمية والبيئة في آن واحد . ومن أهم الأمثلة على تقنيات التطبيق تقنية الحاسب الآلي وتطبيقاته ، وما يمكن أن يوفرها من إمكانات هائلة ، والتي من أهمها ـ بالإضافة إلى معالجة المعلومات وتخزينها ـ تصميم المنتجات التقنية ودراسة تأثيراتها في مجال الاقتصاد والطاقة والبيئة ، وكذلك محاكاة الظواهر الطبيعية التي تتعلق بقضايا السكان والبيئة والغذاء والطاقة والتغير المناخي للمساهمة في رسم السياسات المستقبلية بما يتوافق مع الاحتياجات السكانية (التنمية) من جهة ، وحماية البيئة وتطويرها من جهة أخرى . كما ساهم الحاسب الآلي في الصناعة عن طريق الأتمتة والإنسان الآلي التي عن طريقهما أمكن القيام بأعمال كانت تعد بمنتهى الخطورة على الإنسان مثل التعامل مع الملوثات ومكافحة الحريق وسبر غور المحيطات والفضاء الخارجي .

ومن الآثار الإيجابية على البيئة ونظافتها تحقيق تقدم كبير في تقنيات حماية البيئة ومكافحة التلوث ومعالجة كل من مياه الصرف الصحي والصناعي وإدارة النفايات الصلبة وزيادة كفاءة إستخدام المياه والطاقة وإستغلال الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، الطاقة الحرارية الجوفية ، طاقة الكتلة الحيوية ، والطاقة المائية) لأغراض مختلفة مثل الإنارة والطهي وتجفيف المحاصيل وضخ المياه .

كما تحقق أيضاً تقدم كبير في إستخدام الكثير من التقنيات الوسطية أو الملائمة التي تمثل مستوى متوسط بين التقنيات التقليدية والتقنيات الحديثة ، وتتطلب قدراً أقل من المهارات العلمية والإدارية ورؤوس الأموال ، وتقوم على كثافة العمل ، وتستخدم قدراً أكبراً من المدخلات المحلية ، وتعد أكثر مناسبة للنواحي البيئية . قد أمكن عن طريق هذه التقنيات تطوير الأنشطة الاقتصادية الصغيرة ، ورفع مستوى الدخول لدى السكان خاصة في المناطق الريفية من البلدان النامية ، والتي اتجه جزءاً كبيراً من مواردها المالية ، ـ كان يجب أن يوجه نحو التنمية ـ نحو السيطرة على المشاكل البيئية وغيرها ، وما تسببه تلك المشاكل من أضرار جانبية أخرى . كما نتج عن هذه التقنيات تطوير الأنشطة الزراعية وصناعة الطوب ومواد البناء ووسائل الطهي والتدفئة التي تستخدم كميات أقل من الحطب وتطوير المضخات اليدوية للحصول على الماء ، وغير ذلك من التقنيات البسيطة التي تلائم أغراض مختلفة وتحافظ على الموارد والبيئة في آن واحد .

وعلى الرغم من الصعوبات التي تواجه

التقنية الحيوية، مثل التنظيمات الخاصة بالسلامة الحيوية وآثارها البيئية والإجتماعية، وحقوق الملكية الفكرية، وقصور الدعم المالي، إلا أن الفوائد التي يمكن الحصول عليها عن طريق التطبيق الناجح والمأمون بيئياً وإجتماعياً للتقنية الحيوية كبيرة وواعدة.

ويعد قطاع الزراعة والصناعات المتعلقة به من أهم تطبيقات التقنية الحيوية وأوسعها إنتشاراً، حيث أمكن تطوير الكثير من المحاصيل الزراعية وإدخال تحسينات على طرق تصنيع المواد الغذائية وطرق حفظها. كما يسعى العلماء إلى إستنباط وإنتاج نباتات ذات صفات مرغوبة كالنباتات التي تتحمل درجات عالية من الجفاف والملوحة، وكذلك التي لها القدرة على مقاومة الحشرات والآفات الزراعية الأخرى. كما تم التوصل إلى هرمونات وإنزيمات تعمل على زيادة النمو وإدرار الحليب والتكاثر عن طريق زراعة الأجنة والتلقيح الصناعي، وكذلك إدخال بعض المورثات المرغوبة على الحيوانات مثل زيادة الوزن والخصوبة ومقاومة الأمراض.

كما إكتسبت التقنية الحيوية أهمية خاصة ودوراً كبيراً في مجالات الطب والرعاية الصحية وخاصة في نقل وتحسين المورثات البشرية وعلاج الأمراض الفيروسية وإنتاج الأجسام المضادة وإجراء الإختبارات التشخيصية الدقيقة.

● علوم وتقنيات التقييم

شهد النصف الثاني من القرن العشرين إستخداماً واسعاً لتطبيقات تقنيات تقييم الآثار البيئية وتحليل مردودية التكاليف وتحليل المخاطر الطبيعية والصناعية وإدارتها وتقييم الموارد الطبيعية والبيئة، حيث ساعدت وسائل التقييم المختلفة مثل تحليل النظم والنماذج الرياضية ورصد المؤشرات البيئية والإجتماعية والدراسات الإحصائية، على فهم أفضل للعمليات البيئية والتنبؤ بآثارها المختلفة مما ساهم بشكل كبير في رسم سياسات أفضل لمعالجة المشاكل ذات العلاقة وإيجاد البدائل المناسبة التي تراعي الجوانب الإجتماعية والإقتصادية والبيئية.

وتعد وسائل التقييم في الوقت الحاضر لازمة لكل مراحل التخطيط ذات العلاقة بإدارة الموارد والبيئة والنشاطات البشرية المختلفة، حيث تساعد تلك الوسائل المخططين ومتخذي القرار على العمل في الفئات المختلفة، التي من أهمها مستخدمي الأرض في مجال الزراعة والصناعة والتعدين والتعمير والترفيه، للوصول إلى أفضل الخيارات المناسبة التي تتيح ظروف أفضل للتنمية مع مراعاة الظروف البيئية والعمل قدر الإمكان على تقليل نتائج الإستخدامات المتضاربة للأرض ومواردها.

إستدامة العلوم والتقنية

على الرغم من أهمية العلوم والتقنية في جميع مناحي الحياة، إلا أن نسبة كبيرة من العامة - وهم المستفيدون بالدرجة الأولى - وبعض صانعي القرار - وهم الذين يتخذون قرارات قد تؤثر سلباً أو إيجاباً على مجريات العلوم والتقنية - قد لا يدركون هذه الأهمية بشكل كبير ولا يربطون هذا التطور الشامل الذي يجتاح العالم في الوقت الحاضر بالعلوم والتقنية بصورة مباشرة. ذلك لأن الاطار الزمني للعلوم واسع وطويل ولا يمكن إدراك نتائجه في وقت قصير، حيث أن ما تم الحصول عليه من إنجازات علمية وتقنية كبيرة في الوقت الحاضر ما هو إلا نتيجة للجهود والإستثمارات التي بذلت في السابق من قبل شعوب العالم على مر التاريخ الإنساني.

وبسبب هذه النظرة التي ربما أثرت بشكل سلبي على دعم وتطور العلوم والتقنية وإستدامتهما، وبما أن الكثير من البلدان لديها شح كبير في مواردها المالية، فإن الميزانيات الخاصة بالعلوم والتقنية لن تتم الموافقة عليها بسهولة إلا عندما يثبت ذوو العلاقة جدواها الاقتصادية والمنافع الكبيرة التي سوف تنجم عنها. لذلك يجب على المشتغلين في مجالات العلوم والتقنية العمل على أن يكون لها صفة الاستمرارية، وذلك عن طريق توجيه البحث العلمي وتسخيره فيما ينفع الناس، وتوظيفه من أجل التنمية وعلى وجه الخصوص التنمية المستدامة، ودعم إحتياجات القطاع الإنتاجي بشقيه العام والخاص، وإيجاد الحلول المناسبة للمشاكل ذات العلاقة. ذلك كله بلا شك سيعزز من مصداقية العلوم والتقنية بشكل عام والبحث العلمي بشكل خاص، ويثبت جدواه لدى الجهات المستفيدة والداعمة بما فيها صانعي القرار.

كما يجب نقل وتوضيح الفوائد التي من الممكن الحصول عليها من العلوم والتقنية إلى الجهات المستفيدة والجهات الداعمة وإلى عامة الناس وغير المتخصصين بلغة وأسلوب يتيحان إدراك وفهم تلك الفوائد. وكما نعرف أنه توجد في الوقت الحاضر فجوة كبيرة في مجال الإعلام العلمي بين المتخصصين في مجالات العلوم والتقنية من جهة وبين المستفيدين منها والمستخدمين لها بما فيهم صانعي القرار من جهة أخرى. لذلك يجب رفع الوعي العام بأهمية العلوم والتقنية ودروهما في التنمية، وإنهما أداتين لتحويل حياة الناس ورفع مستويات معيشتهم، وذلك عن طريق إستخدام وسائل الإعلام المختلفة وإقامة الندوات والمؤتمرات والمعارض العلمية.

ولغرض تطور العلوم والتقنية وتسخيرهما لخدمة التنمية المستدامة لابد من وجود بنى تحتية وهياكل أساس لدعم هذه العمليات تشتمل على الخبرة المحلية والمعدات والأجهزة وشبكات المعلومات اللازمة للبحث العلمي والتطوير وكذلك، وقبل كل شيء، السياسات والخطط الواضحة التي تؤدي إلى تحقيق الأهداف والتوجهات العامة المنشودة.

كما لا ننسى في هذا الشأن الدور الكبير للقطاع الخاص في تطوير وتشجيع القدرة العلمية والتقنية في أي بلد، وذلك عن طريق إنشاء مراكز البحث والتطوير ودعم المؤسسات العاملة في مجالات العلوم والتقنية والتواصل معها.

ولن يتأتى تطور العلوم والتقنية إلا من خلال الإهتمام الكبير بالتعليم والبيئة التعليمية، الأمر الذي يعد الركيزة الأساس في تعزيز قدرة المواطنين على المشاركة على نحو فعال في المجالات التنموية والإجتماعية والبيئة، وفي إيجاد جيل يستوعب التغيرات السريعة في مجالات العلوم والتقنية ويواكبها ويعمل على نقلها وتوطينها وتسخيرها لخدمة الوطن والمواطنين.

ومع أهمية العلوم والتقنية الكبيرة والواضحة للتنمية وإعتبارهما من أهم مؤشراتها، إلا أنهما لا يظهران مدى تطور مجتمع ما بمعزل عن خلفياته التاريخية والإجتماعية والثقافية والبيئية. وفي الواقع إذا لم تسترشد السياسات العلمية والتقنية والتنمية بمفهومها العام بتلك الخلفيات فإن كثيراً من برامجها ومشاريعها ستصبح له نتائج قليلة الفائدة أو حتى غير مرغوبة.

كما أنه من الضروري جداً توجيه العلوم والتقنية ووضع السياسات والخطط المستقبلية لهما، وذلك ليس فقط لمواكبة التغيرات المتوقعة في أساليب التنمية والأنظمة البيئية والسكانية، ولكن أيضاً للتحكم في مقدار ونوعية تلك التغيرات وتوجيهها لما فيه الخير والنفع بإذن الله.

نظرات في مسألة التقدم العلمي والتقني

أ / عبد الله بن سليمان القفاري

إن التسارع الذي شهدته وتشهده حقول العلوم والتقنية أصبح السمة المميزة لهذا العصر، حيث ارتبطت القوة الإقتصادية والعسكرية لبلدان العالم المتقدم بمستوى إنجازاته العلمية والتقنية، وتحولت هذه العلاقة إلى لازمة مترابطة انعكست على الأوضاع والعلاقات السياسية والإقتصادية بين دول العالم.

وفي ظل ظروف التخلف العلمي والتقني وجدت بلدان العالم النامية (ومنها الأقطار العربية) ، أنها تعيش علاقات اقتصادية ودولية غير متكافئة تعمل لصالح البلدان الصناعية المتقدمة ، التي مازالت تمسك بمفاتيح القوة والغلبة والهيمنة في ظل تقدمها الشديد في مجالات العلوم والتقنية التي سخرتها لخدمة أهدافها .

وتبقى مسألة التخلف العلمي والتقني الذي تعاني منه دول العالم الثالث - وإن كان على درجات متفاوتة - مسألة حاضرة في كل مشروع تقدمي ، يهدف إلى إحداث نقلة نوعية تقيل عثرة هذه الدول وتحررها من وضعية المستهلك بما يلحق بهذا الدور من تبعية اقتصادية وسياسية وعسكرية ، إلى وضع آخر يمكن أن ينقلها إلى وضعية المنتج في ظل سباق تقني محموم ، يباعد كل يوم بين مستويات المنجز ويدفع إلى تعميق الهوة بين تلك المستويات بشكل لم يُشهد له مثيل من قبل .

مفهوم العلوم والتقنية

يرى بعض الباحثين أن التقنية هي مزيج من الموجودات المادية والموارد البشرية والقدرة التنظيمية اللازمة لتوليد وسائل وأدوات واستخدامها بكفاءة في إنتاج السلع والخدمات وتطويرها تمشياً مع الاحتياجات والمتطلبات الإقتصادية والإجتماعية .

ولذا فهي تظل العنصر الرئيس في أي نشاط إقتصادي يتصل بالتنمية وحيازة السلع والخدمات وإنتاجها واستخدامها وتسويقها وتوزيعها

والتقنية لفظة معربة لكلمة (تكنولوجيا) ذات الأصل الإغريقي ، وتعرّف « بأنها كلمة ذات دلالة تشمل حسن توظيف أحدث المتاح من المعارف المكتسبة في عملية التنمية توظيفاً ماهراً يستوجب الإحاطة التامة بالقوانين والنظم التي تحكم ذلك وأساليب وطرائق تطبيقها » . (١)

أما العلوم فهي النظريات والمعارف التي تم جمعها وتصنيفها أو إكتشافها وتطويرها ودراسة العلاقة فيما بينها .

ومن هذا المنطلق يمكن ربط العلم والتقنية بحلقة واحدة ، فإذا كانت العلوم تدور حول معرفة الأشياء والظواهر وأسبابها والعلاقات بينها ، فإن التقنية تركز على الاستفادة من هذه المعرفة بتسخير هذه الظواهر والقوانين لخدمة أهداف التنمية ، فالتقدم العلمي والتقني يربط المعارف المكتسبة بالتوظيف الأمثل في عملية التنمية للمجتمعات البشرية .

إلا أن مايجب التأكيد عليه هنا ، هو أن مفهوم التقنية الحقيقي لايعني مجرد شراء أو استيراد أحدث الأجهزة والأدوات أو امتلاك أحدث المصانع ولا حتى التدريب على تشغيلها فقط - كما قد يتصور أغلب الناس - بل إن المفهوم الأشمل والأدق لهذا المعنى يتضمن معرفة نظم هذه الأجهزة ، وكيفية صنعها والقوانين النظرية المبنية على أساسها ، وطرق إصلاحها وتطويرها والسيطرة عليها ، فالمعول عليه هو ممارسة وبناء التقنية ، وليس مجرد شرائها أو استيراد منجزاتها .

كما أن الاقتران الدائم لمسمى العلوم بالتقنية ارتبط كذلك بالتلازمية بينهما ، إذ أن التقدم التقني يتطلب في الغالب تقدماً ومناخاً علمياً جيداً ، حيث أن الأصل في التقدم التقني أنه جاء نتيجة وثمرة وتوظيف للتقدم العلمي .

إشكالية التقدم العلمي والتقني

شكل التقدم العلمي والتقني خلال القرن العشرين بالذات ، وفي كافة المجالات أعظم تطور صناعي لم تشهد له البشرية مثيلاً عبر تاريخها كله ، فامتداداً لاختراع أجهزة الاحتراق الداخلي ، واكتشاف القوة

الكهربائية ومكنات الخياطة وصناعة الصلب وصناعة النفط في القرن التاسع عشر ، إستمرت هذه النهضة الصناعية في القرن العشرين لتظهر المصانع العملاقة للمحركات والعربات والسيارات عبر خطوط التجميع المتحركة ، وتطورت صناعة النفط وأساليب التنقيب وصنعت الطائرات وبرزت الصناعات الكيميائية والمكننة الزراعية وصناعة أجهزة الاتصال وتقنيات الترانزستور التي قادت بسرعة مذهلة إلى صناعة الحاسبات الإلكترونية ، وكانت أعظم الانجازات التقنية هي رحلات إستكشاف الفضاء ، وتطورت الصناعات العسكرية واستفادت من معطيات التقدم العلمي ووظفت هذه المعطيات في تطوير الأسلحة التقليدية والذرية والكيميائية .

ولعل ما يطالعنا في الآونة الأخيرة من تطورات مذهلة في مجال الهندسة الوراثية يحمل مؤشرات مهمة على التأثير الخطير الذي يحمله التطور البحثي في هذا المجال على إنسان القرن الحادي والعشرين .

وغني عن القول أن العقل الجمعي والفردي في العالم الصناعي المتقدم أصبح مؤطراً باهتماماته بالبحث العلمي والتطور التقني ، الذي بات يشكل همه اليومي ويصوغ نشاطه الفكري وتطلعاته المستقبلية ، وأصبح مديناً له بما حققه من تطور في مختلف نشاطاته الاقتصادية والعمرانية والخدمات الإجتماعية ، مما انعكس على رفاهية وارتفاع مستوى حياته الإجتماعية ، ناهيك عن التفوق العسكري والسياسي الذي وظفته هذه المجتمعات عبر مؤسساتها الدولية في خدمة أهدافها وتطلعاتها .

أما دول العالم النامية والمتخلفة علمياً وتقنياً وصناعياً - مع الاختلاف النسبي في درجة نموها ودرجة تخلفها والتي منها الدول العربية - فهي تعاني أشد المعاناة من آثار هذا التخلف الذي تزداد درجته افتراقاً يوماً بعد يوم في ظل نمو تقني متسارع وحثيث لا يهدأ ولا يفتر .

ولتقريب التصور حول آثار التخلف العلمي والتقني على الشعوب والمجتمعات والدول يمكن الإشارة إلى مثالين هنا :

أولهما : يمس الأمن الغذائي لهذه المجتمعات في ظل طفرات سكانية وأنماط استهلاكية ملحة . فمثلاً هناك قصور كبير في استغلال الأرض الزراعية ، ففي إفريقيا على سبيل المثال ، هذه القارة التي تزخر بكل الموارد الطبيعية والثروات الهائلة والتي تعاني من مجاعة دائمة وأمراض مستوطنة ، هناك مجال للاستغلال الزراعي لأكثر من ٦٠٠ مليون هكتار قابلة للزراعة ، وفي العالم العربي تقدر المساحة المتاحة بـ ١٩٨ مليون هكتار لا يستغل منها سوى ٤٠ مليون هكتار (٢) تندرج تحت الزراعة المطرية بشكل رئيسي ، أما في دولة مثل مصر فإن الأرض القابلة للزراعة لا تزيد عن ٦٪ فقط من مساحتها .

وعلى اعتبار أن هناك العديد من المعوقات التي تعترض طريق التنمية في تلك المناطق ومنها المعوقات الاقتصادية والإدارية والسياسية والاجتماعية ، فإن عنصر الاستخدام التقني في العملية الزراعية بشكل مرشد (المكننة الزراعية) يمثل محوراً هاماً يمكن أن يساهم في زيادة مساحة الرقعة الزراعية بطاقات بشرية أقل وبأساليب حديثة تساهم في زيادة المحصول ووفرته ، وهذه تعتمد - بالإضافة إلى المكننة الزراعية - على الاستفادة من نتائج البحوث العلمية في عملية الانتاج الزراعي التي أفاد منها الغرب كثيراً ، وجنى ثمار التطبيق العملي لنتائج الدراسات العلمية (التطبيق التقني) ، لذا فإن الأمن الغذائي لن يتحقق دون الاستثمار الأمثل للأرض ، خاصة في ظل شح الموارد المائية وانجراف الأرض الزراعية والتصحر .

إن إستجداء الغذاء من الدول المنتجة له سيكون له نتائج وخيمة مستقبلاً ، وسيقابله تنازلات وتكاليف إقتصادية متصاعدة ترهق ميزان المدفوعات لتلك الدول ، وقد تحملها قروضاً بفوائد متصاعدة تجعلها تدور في حلقات المديونية الدائمة مما يجعلها تراوح مكانها داخل خطوط الفقر التي تحاصرها كما يظهر ذلك الآن.

وهناك مثال آخر يبرز سيطرة الشركات العالمية في الدول المتقدمة تقنياً مما يجعل تكاليف نقل التقنية إلى أي دولة نامية مكلف للغاية ، نتيجة احتكار سوق التقنية في الدول الصناعية ، لأن هذه الشركات بما تملكه من تقنية في الإنتاج والتمويل والمحاسبة والتسويق يمكنها رفع قيمة تكاليف الآلات والمعدات والمصانع التي تصدرها للدول المحتاجة ، سواء التكاليف المباشرة أو حتى غير المباشرة مثل (حقوق الإمتيازات - براءات الاختراع - العلامات التجارية . . .) ، وهي كلها غير محددة القيمة وتختلف تكاليفها من دولة إلى أخرى ، وهذه التكاليف تمثل من ٣٠-٥٠٪ من التكاليف الكلية للمشروع (٣) ، مما يجعل الدول المتخلفة - من هذه الناحية - أسيرة للدول الصناعية ومرهونة بإرادتها ، وبالإضافة إلى التكاليف الباهظة التي تزيد أعباءها وإحتياجها المستمر لخبرات تلك الدول ، كما أنها قد تحرم من أي تقنيات صناعية ترى الدول المالكة أن إمتلاكها من قبل أطراف أخرى قد يهدد مصالحها وإمتيازاتها .

إن كثيراً من المشروعات التي نفذت في بعض بلدان العالم النامي واستخدمت فيها تقنيات عالية ونفذت بأسلوب « التقنية الكاملة » أي المشروعات الجاهزة بالمفتاح ، كانت مشروعات منفذة بتقنيات عالية وحسب مقاييس الدول الصناعية المُنَفِّذة ، لكنها كانت باهظة الثمن مكلفة الصيانة ، إضافة إلى أن بعض مقاييس تنفيذها لم تكن تناسب الدول المستفيدة منها ، مما أثر سلباً على مسيرة التنمية فيها ، وقد تكون هذه إحدى مساويء النقل الصناعي المباشر وامتلاك قوالب جاهزة دون محاولة بناء قاعدة للاستحواذ على تلك التقنيات وتطويرها محلياً . . .

وتشير بعض الإحصائيات التي تتتبع (ترصد) حركة الصادرات للدول الصناعية إلى أن الصادرات الإجمالية للدول الصناعية إلى نحو ١٥ دولة إسلامية في الشرق الأوسط في مجال الآلات قد ارتفعت من ٥,٥ بليون دولار عام ١٩٧٠م

لى حوالي ١٠٠ بليون دولار عام ١٩٨٢ م ، ررافق هذا الإرتفاع زيادة في الأثمان بلغت ٨ أضعاف ، ولنا أن نتصور حجم هذه لمبالغ - كيف ارتفع - بعد عقد آخر من لزمن في ظل حاجات المنطقة المتنامية وعلى كل الأصعدة .

عوامل مؤثرة في التقدم العلمي والتقني

الحديث عن عوامل التقدم العلمي والتقني حديث متشعب وطويل تتداخل فيه عوامل كثيرة تاريخية وسياسية واقتصادية واجتماعية وتربوية ، ولا يتوقع في مثل هذا المقال أن نحيط بالشيء الكثير من هذه العوامل .

ولعلنا هنا نتطرق إلى بعض منها والتي نراها فاعلة ومؤثرة بعمق في مسألة التقدم العلمي والتقني كما يلي :-

● النظام التربوي :

إن التقدم العلمي والتقني هو في الأساس ثمرة لتقدم حضاري ، وهذا منوط في أولى مقوماته إلى بناء صيغة أو عقلية جمعية تقدر هذه المسألة وتجعلها أولوية في سلم حياتها .

ونحسب أن صناعة الوعي منوط بعامل لم نحسن التعامل معه بعد ولم نضعه في سياقه الحضاري وبالذات عندما ننظر إلى مسألة التقدم العلمي في بلداننا العربية التي تتطلع إلى النمو . . ألا وهو سباق التربية والتعليم .

إن الإهتمام بالنظم التربوية وإصلاحها هو المؤشر الأول على إمكان إنبعاث وإصلاح حضاري شامل ، وغني عن القول أن نؤكد أن التربية بآثارها العميقة في حياة الأمم هي السبيل الأمثل لمواجهة الأخطار المحدقة وبناء الكيان الصلب .

ولدينا نماذج حية على دور التربية في تنمية وصيانة وتطوير ظاهرة التفوق الحضاري والتميز التقني ، ولعل الظاهرة اليابانية أو الألمانية أو تجربة النمور الآسيوية القريبة تؤكد عمق هذا المعنى وأهميته في هذه المسألة ، ولعل قراءة في جذور التربية اليابانية وخصائصها المميزة مثلاً قد تساعدنا على تلمس عوامل الإخفاق عند النظر في مسألة توظيف الإعداد التربوي التعليمي في مجال التنمية العلمية والتقنية في الدول النامية .

إن روح التلمذة الجادة يعدها الدارسون للتجربة اليابانية (٤) هي السمة البارزة وكلمة السر في التفوق الياباني ، وكما يقول بعضهم « بأن العالم كله بالنسبة للياباني ما هو إلا مدرسة واسعة ، مدرسة لا تفرض مناهجها وأفكارها على الطالب ، وإنما الطالب هو الذي يختار وينهل من علومها ومعارفها وتجاربها مايشاء وكيف شاء » .

إستمد نظام التربية والتعليم الياباني قوته في روحه وصرامته وتصميمه على الكسب والتحصيل من روح الأمة اليابانية التي تملك هذا الحسن الرفيع من حسن التلمذة الدائمة إلى القدر الكبير من الفضول المعرفي الذي يدفعها لاستطلاع ما لدى الآخرين من معارف وتجارب ، بالإضافة إلى أن التعليم في اليابان يعتبر خدمة وطنية عامة وواجباً قومياً يتجاوز أي جهد فردي أو فئوي خاص ، وأنه في مناهجه ومقدراته وتوجيهاته يمثل عامل التوحيد الأهم لعقل الأمة وضميرها ، فمنذ مراحل التعليم الإلزامية الأولى لايسمح فيه بتعددية المناهج والفلسفات التربوية ، كما أن اليابان لم تؤخذ ببريق الدراسات النظرية الغربية من فلسفات وحقوق وإنسانيات وانصرفت إلى تأسيس قاعدتها العلمية التقنية الصناعية ، ولا يزال التعليم المهني مقدماً على النظري ، ونقطة القوة الأساسية في النظام التربوي هناك ليس جامعات وإنما معاهد التقنية المتوسطة التي تمثل عموده الفقري (التي مثلت وتمثل في الوقت ذاته نقطة الضعف في النظم التربوية العربية التي بنت أمجادها على كليات الحقوق والآداب كما يقول الدكتور محمد جابر الأنصاري)

ولعل من المفارقات التاريخية بين العرب واليابان ، أن تقف اليابان موقف المتلقي المستفيد من بلد عربي - كمصر - عندما أرسلت وفداً في بداية عصر الميجي بعد عام ١٨٦٨ م للتعرف على سر النهضة المصرية بين عصر محمد علي وعصر إسماعيل .

كما أنه من المفارقات أيضاً أنه حتى عام ١٩١٣ م كانت نسبة الإنتاج القومي العام في مصر للفرد الواحد أعلى منها في اليابان ، وكذلك معدلات التجارة الخارجية المصرية كانت ضعف المعدل الياباني للفرد الواحد ، بالإضافة إلى كون نظام السكك الحديدية المصرية - في ذلك الوقت - أكثر تغطية للمساحة العامة للبلاد من السكك اليابانية مقارنة بالميل الواحد في البلدين .

إن الأنموذج الياباني وما استجد من نماذج أخرى - حققت قفزات هائلة في مضمار التقدم العلمي والتقني - جديرة بالقراءة الواعية على الصعيد التربوي التعليمي ، في تلك البلدان ، وذلك لبناء تصور أفضل يعين على تلمس الخلل ، واستدراك ما يمكن إستدراكه ، والتأسيس لبناء نظام تعليمي تربوي يتواصل مع تراث المجتمع ، ولا ينفصل عن حاجاته وتطلعاته .

● لغة العلوم

يشكل إنتشار العلوم والمفاهيم العلمية والتقنية باللغة الأم توطيناً - في حقيقة الأمر - لهذه العلوم ، فالعلوم والتقنية لاتستوطن بلداً عامة شعبها لا يفهم لغتها ، وقد شكل هذا الاتجاه علامة مميزة في تجارب الأمم المتقدمة في هذا المضمار والمنطلقة إلى التقدم بما فيهم أصحاب التجارب التاريخية كاليابان ، أو التجارب الحديثة ككوريا ، ودول جنوب شرق آسيا ، وغيرها التي انحازت إلى التعليم بلغاتها الأم .

ومما يجدر ذكره أن المصانع العملاقة في أنحاء العالم يعمل بها ويدير آلاتها آلاف العمال والفنيين من تلك الشعوب الذين يتعاملون ويتفاعلون مع أدواتها بلغاتهم التي يجيدونها ويتعاملون ويفكرون بها ومن خلالها ، مما يجعلهم يبدعون ويطورون تقنياتها من خلال تعاملهم معها بلغتهم الأم .

إن استخدام اللغة الأم في مجال العلوم

والتقنيات المرتبطة بها سيخرج بالعلم من دائرة القلة التي تتقن لغة أجنبية إلى أوساط وعموم المثقفين والفنيين والعمال حين توضع بلغتهم، وعندما يقرأ كل هؤلاء المرتبطين بالعلوم المادة العلمية بلغتهم الأم التي يحسنونها سيشكل ذلك رفعاً للمستوى العلمي لهم، وسيساهم في صياغة شخصية الإنسان صياغة علمية متجددة تجعل العلم ومتابعة تطوراته جزءاً من اهتماماته، إذ يزول عائق كبير كان يحول دون استثمار القدرات الفنية الشابة والناشئة في دفع وتنمية قطاع العلوم ومنتجاته.

إن قراءة في تجارب الدول التي طورت قاعدتها الصناعية وقطعت أشواطاً كبيرة في السباق الحضاري (العلمي والتقني)، وانحازت في الوقت نفسه إلى لغاتها لتجعل منها لغات التعليم بكل مستوياته ليؤكد أهمية دعم سياسة تعريب العلوم والتقنية كمدخل مهم من مداخل التقدم العلمي والتقني في المنطقة العربية، وإن كان ذلك يجب أن يخضع لاشتراطات واستعدادات وأجهزة مسؤولة تتبنى هذا الاتجاه وتراقبه بعيداً عن الاندفاع العاطفي والحماس القومي.

وإذا كنا قد أشرنا إلى أن من مقومات التقدم العلمي والتقني إصلاح العملية التعليمية وربطها بتطلعات التنمية، فإن وجود سياسة للإعلام العلمي والتقني، والإهتمام بمسألة التوعية العلمية سواء على مستوى النشء أو على مستوى بناء وتشكيل رأي عام في المجتمع هي مسألة مهمة ومكملة للأدوار التربوية، ومن شأنها أن تساعد على ترسيخ النظرة الإيجابية تجاه العلم والعلماء والفنيين والتقنيين عموماً.

معوقات التقدم العلمي والتقني

وإذا كانت مقومات التقدم العلمي والتقني ترتبط بعوامل اجتماعية بيئية وتعليمية واقتصادية وسياسية، وهذه العوامل متداخلة ومترابطة، وإذا كنا قد أشرنا إلى طرف من تلك العوامل وخاصة ما يتعلق منها بالعملية التعليمية فإن هناك معوقات كثيرة دون تجاوزها لا يتوقع أن يتحقق إنجاز يذكر على صعيد التنمية والنهضة العلمية والتقنية، ولعلنا نعرض لبعضها:

● غياب السياسات الوطنية الشاملة للعلوم

إن غياب سياسات وطنية شاملة للعلوم والتقنية - تربط بين سياسات التنمية الوطنية الشاملة وبين السياسات التعليمية والعلمية والبحثية - يؤدي إلى تعطيل وتحييد مقوم مهم من مقومات التقدم العلمي والتقني، إذ لا يتصور أن يكون هناك تقدماً علمياً وتقنياً في ظل فجوة قائمة بين نشاطات التنمية في بلد ما واتجاهات البحث العلمي والتطوير التقني، وإذا لم يكن هناك إشراك كامل للمخططين العلميين والتقنيين في رسم سياسات التنمية الوطنية، وربطها بشكل أو بآخر بعائد يتفاعل مع إتجاهات البحث والتطوير ونقل التقنية فستكون هناك حلقات مفقودة تؤثر تأثيراً بالغاً على أي توجه يهدف إلى إحراز تقدم في مجال العلوم والتقنية بشكل عام.

● ضعف التمويل

تُظهر التقارير والدراسات التي تنشر عن واقع الإهتمام بالعلوم والبحث العلمي في دول العالم إلى ضعف المخصصات المالية التي تنفق في هذا الاتجاه في بعض الدول النامية، ومنها الدول العربية، فقد أظهر تقرير نشرته المنظمة الدولية للتربية والثقافة والعلوم « اليونسكو » عن العام ١٩٩٦م (٥) أن الدول العربية (ضمن مجموعة الدول النامية) تنفق على قنوات البحث العلمي بين ٠,١ ٪ - ٠,٣٤ ٪ من إجمالي ناتجها القومي مع الأخذ بالإعتبار الفروقات الكبيرة في إجمالي الناتج القومي للدول العربية الغنية والفقيرة، إلا أن هذه الأرقام تبدو متواضعة إذا ما قورنت بما تنفقه الدول المتقدمة والتي لا يقل إنفاقها على قنوات البحث والتطوير العلمي عن نسبة ٢٪ من إجمالي ناتجها القومي (حيث تعتبر هذه النسبة الحد الأدنى لمستوى الإنفاق) مع ملاحظة الفروقات الشاسعة بين إجمالي الناتج القومي للدول المتقدمة والدول العربية.

تبرز هذه الأرقام ولاشك معوقاً مهماً يؤثر سلباً على إتجاهات دعم قطاع العلوم والتقنية في تلك الدول، ولكن لا يجب أن يغيب عن الأذهان ارتباط هذا العامل بعوامل أخرى تتأثر بغياب السياسات الوطنية الشاملة للعلوم والتقنية، فحجم الاستثمار في هذا القطاع يدعمه دوره الفاعل والمتوقع في مسألة التنمية إجمالاً، وهذا هو الذي يشكل رأياً عاماً يدعم توفير الدعم المالي لهذا القطاع. ولعلنا نذكر هنا أن الانفاق الكبير للدول المتقدمة على مشروعاتها ونشاطاتها البحثية سرعان ما يتحول إلى استثمار هائل تجنى موارده بسرعة عبر عمليات التصدير والإنتاج الصناعي الذي يستوعب نتائج البحث العلمي ويرتبط به عبر آلية استطاعت الدول المتقدمة أن ترسى قواعدها منذ بضعة عقود حيث أصبحت جزءاً من منظومته السياسية وتركيبته الإقتصادية.

تشكل قلة الموارد المالية المخصصة للبحث والتطوير وعدم توفير الحوافز المادية والإجتماعية المناسبة للعاملين في هذا المجال معوقاً ضمن المعوقات العديدة التي تؤثر على التقدم العلمي والتقني، خاصة في ظل أجواء ثقافية لا تعطي الأولوية لدعم هذه النشاطات ولا تميزها عن نشاطات بحثية (إنسانية - إجتماعية) تستهلك حصص تمويلية كبيرة إذا ما قورنت بعائد نشاطاتها.

ولعل من المناسب الإشارة هنا إلى أن إنتشار البيروقراطية والروتين في المؤسسات العلمية والبحثية - بسبب إعتمادها في الغالب على المخصصات المالية التي تقدمها لها الدولة، وبالتالي التشريعات المنظمة لعملها - قد يُسهم في التأثير على دورها المتوقع في رعاية هذا القطاع، وعليه فإن التحرر التدريجي والبحث عن مصادر تمويل من قطاعات صناعية مستفيدة من نشاطات مراكز

مؤسسات البحث كفيل بخلق قاعدة بحثية فاعلة مشاركة يعزز دورها ويقويه في المجتمع والدولة .

● عدم فعالية التخطيط التقني

يتحول التخطيط التقني إلى إتجاهات لا تجد لها صدى في الواقع الإقتصادي الإجتماعي ما لم يرتبط بمؤشرات الحاجات الوطنية ، كما أن إرتباطه بخطط قطاعات الصناعة والزراعة والطاقة والإسكان والتعليم والنقل وغيرها يوفر طلباً محلياً على نتائجه وبرامجه . . إلا أن غياب آليات توفر المقدرة على تفعيل نتائج البحث العلمي والتقني لتصب مخرجات ملموسة في أوجه نشاطات الحياة الإجتماعية والإقتصادية ، قد يضعف أدوار البحث العلمي ولايرتقي بها في سلم الحاجات الإجتماعية التي تتم مراقبتها والتطلع إلى نتائجها .

إن هناك حلقات مفقودة - لابد من استكمالها - بين نتائج العمليات البحثية وبين تجسيدها على أرض الواقع ، ولعل استكمال هذه الحلقات منذ أمد بعيد لدى العالم الصناعي المتقدم أفرد موقعاً مميزاً للعلم ومنتجاته ، حيث جعل الإندماج فيه أسلوب حياة وبرامج مستقبل وليست مجرد تطلعات .

● غياب مؤشرات التوجهات البحثية

إن الراصد لإتجاهات البحث العلمي في دول العالم النامي يدرك أن كثيراً من التوجهات البحثية تبدو خليطاً غير مؤطر بين إتجاهات البحث الموجه أو إتجاهات البحث الإستكشافي ، ولعل محدودية التمويل وغياب السياسات العلمية بعيدة المدى يجعل مساحة الإجتهاد التي تضبط العلاقة بين هذه الإتجاهات واسعة تستوعب خليطاً قد يفتقر إلى التجانس والتناغم بين تلك الاتجاهات .

وقد يبدو أحياناً - إن لم يتم إدراكه - أن بناء أنظمة بحثية في مجال العلوم يجب أن لايكون تقليداً لأنظمة قائمة في العالم الصناعي المتقدم ، إذ أن النظر إلى الإمكانات المتاحة والظروف المحلية والاقتصادية والاجتماعية ، وتوجيه الموارد المحدودة لخدمة أهداف محددة يشكل عاملاً مهماً من عوامل توظيف العلوم والتقنية في تحقيق أهداف التنمية . ولعل البلدان النامية بقدرتها على تحسين ما هو تقليدي وتكييف المستورد واستعماله على نحو فعّال ، وابتكار واستحداث تقنيات تتفق والحاجات الإنمائية ، وتوجيه عمليات البحث في إطار الحاجات والتطلعات الممكنة وسرعة العائد ، لعله العامل الأهم الذي يجب أن تعنى به استراتيجيات وخطط البناء لديها .

● ندرة القوى الوطنية العاملة

تعاني بعض دول العالم النامية (ومنها بعض الدول العربية الغنية) من استخدام الأيدي العاملة والمهارات الأجنبية بشكل واسع ، وغالباً مايعود ذلك لاعتبارات إقتصادية (لتدني الأجور) ، إلا أن الإعتماد على تلك العمالة في وسائل الإنتاج التي تمثل الحلقات الأهم في منظومة العمل الصناعي يعوق تطوير وتهيئة المهارات والكوادر الوطنية ، وهذا لا شك يمثل معوقاً مهماً يحول دون بناء كفاءات محلية قادرة على التعامل مع أدوات الإنتاج ، والتفاعل معها ، وصولاً إلى بناء أجيال تحترم العمل المهني ، وتتفرغ له وتدرك آثاره على برامج حياتها ومستقبلها ، وهذا لا يمكن تحقيقه إلا عبر تخطيط واع لاحلال عمالة محلية وطنية تكتسب قيم ومهارات العمل وتندمج في آفاقه وتشكل القاعدة الأهم في برامج تصنيعية تطويرية قادمة ، ومهما قيل عن أي برامج إنتاج لا تقوم على عناصر محلية إنما هي برامج لايعول عليها في المستقبل ، ولا ينتظر أن ترفد حركة التقدم في تلك البلاد . لذا تأتي هنا متطلبات ، مثل : تحديد المستوى الأدنى لأجور العمالة الوطنية ، وتحفيز الكفاءات الوطنية واستقطابها ، وتهيئة الأجواء والمناخات المناسبة للإبداع والعطاء .

إن تنمية الموارد البشرية على اختلاف مستوياتها المهنية هي الحلقة الأهم في أي خطط أو سياسات تهدف إلى خلق قاعدة صناعية تستثمر مقومات العلم والتقنية في خدمة برامج التنمية .

نظرة في تجارب التفوق والأمتياز

إن النظر في تجارب الأمم التي سبقتنا في مضمار التقدم والرقي المادي الحضاري والاستفادة منها مسألة أساسية في اشتراطات النهضة ، وتتأكد هذه المسألة عندما تكون تلك الأمم أو الدول أو الشعوب منذ بضعة عقود في صف الدول النامية أو المتطلعة للنمو ، مثل تجارب بعض الدول التي حققت في السنوات الأخيرة قفزات هائلة في مضمار التقدم الصناعي كبعض دول جنوب شرق أسيا كإندونيسيا وماليزيا وغيرها من مجموعة (النمور الأسيوية) ، تلك التجارب جديرة بالدراسة والنظر ونعتقد أن فرص الاستفادة منها كبيرة خاصة في ظل تشابه بعض الظروف ووجود روابط ثقافية مشتركة .

إن تأسيس مراكز فكرية لهذا النوع من الدراسات الإستراتيجية كفيل بأن يضع المخططين لبرامج العلوم والتقنية أمام فرصة كبيرة لبناء برامج عملية وممكنة وذات فرصة أوسع للنجاح والتحقيق .

الهوامش

(١) د. زغلول راغب النجار ، قضية التخلف العلمي والتقني في العالم الإسلامي .

(٢) د. محمد نور ، المعوقات التي واجهت العالم الإسلامي في إحراز تقدم نحو الأمن الغذائي ، ندوة الأمن الغذائي في العالم الإسلامي ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٧م .

(٣) عبدالفتاح موسى ، مشكلات التقدم التقني في السعودية وأثرها على التنمية ، الاقتصاد والنفط ، عدد يوليو ١٩٨٧م .

(٤) د. محمد جابر الأنصاري ، جذور التربية اليابانية وخصائصها المميزة ، مجلة رسالة الخليج العربي .

(٥) د. محمد إبراهيم السويل ، تقرير اليونسكو لواقع العلوم ، نشرة أخبار المدينة ، عدد ٤ شعبان ١٤١٧هـ .



مبني الأدارة العامة لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معنى التكنولوجيا

عرض د . دحام العاني



صدر هذا الكتاب عن دار دلمون للنشر في نيقوسيا (قبرص) عام ١٩٩٥م ، لمؤلفيه الدكتور أسامة أحمد سامح الخالدي ويوسف أحمد الشيراوي ، وقد قدم لهما الكتاب الدكتور غازي القصيبي .

جاء الكتاب في خمس و خمسين ومائة صفحة من القطع الصغير ، وقد بدأه المؤلفان بتمهيد أوضحا فيه أن الكتاب ليس أكثر من ملخص للنتائج التي توصل إليها كل منهما في مجال اختصاصه وممارساته العملية .

وقد اشتمل الكتاب بالاضافة الى المقدمة والتمهيد على ثمانية فصول جاءت كما يلي :

تناول **الفصل الأول** التكنولوجيا عموماً ، حيث أشار المؤلفان إلى أن تاريخ استخدام الكلمة يرجع إلى القرن السابع عشر ، عندما وردت عنواناً لموسوعة عن الحرف المختلفة ، ثم تطرقا إلى تطور استخدامها ومدلولها ، كما أوضحا الفرق بين العلم والتكنولوجيا ، فأشارا إلى أن العلم هو معرفة منظمة معلنة ، في حين أن التكنولوجيا هي أسرار المهنة غير المعلنة أو هي « سر الصنعة » ، وأنها ليست هندسة مجردة وليست إبداعاً بالمعنى المتعارف عليه وإنما هي المقدرة على إنتاج سلع أو تقديم خدمات بصورة تنافس الطرق المتبعة ، ثم انتقل المؤلفان إلى تحليل عناصر التكنولوجيا أي العنصر البشري ، والآلات والأدوات والمواد الأولية وعنصر التسويق ، كما أشارا إلى العناصر الثانوية في المنظومة التكنولوجية مثل نوعية الأفراد ومستويات تعليمهم ونوعية تدريبهم ، وأخيراً ربطا ما بين التخلف التكنولوجي والتخلف العلمي ولم يغب عنهما التذكير بأهمية طلب العلم والمعرفة كما حث عليها الدين الإسلامي وكيف أن القرآن الكريم قد خصص جزءاً كبيراً منه في حث المسلم على التأمل والتفكر وتفعيل العقل وهو ما يحتاجه المسلمون في الوقت الراهن وهم رهناء التخلف والتقهقر .

تناول المؤلفان في **الفصل الثاني** تطور التكنولوجيا ومراحلها التاريخية ، حيث بينا أنها تمت من خلال أربع مراحل ، تمثلت المرحلة الأولى في المرحلة البدائية للإنسان القديم والممتدة منذ بدء وجوده على الأرض وحتى اكتشافه الزراعة ، وقد انحصرت التكنولوجيا خلالها في تصنيع أدوات الصيد ومعالجة الجلود والحشائش لتحويلها إلى كساء له .

أما المرحلة الثانية وهي مرحلة الزراعة وقد حاكى فيها الإنسان الطبيعة ، واستزرع بعض النباتات ليتغذى عليها وتخزين الفائض منها ، وتتمثل المرحلة الثالثة في المرحلة الصناعية الأولى وقد بدأ فيها الإنسان باستخدام مصادر جديدة للطاقة لا تقتصر على الحيوانات وعلى قدراته الخاصة بل انتقل إلى الطاقة الحرارية لتسيير الآلات ، ومن ثم ابتدأ التحول نحو التصنيع خلال هذه المرحلة . أما المرحلة الرابعة فقد ابتدأت مع الحرب العالمية الثانية ، وقد تم خلالها الربط بين العلوم الأساسية والتقنية ، وبدأ خلالها التباين الواضح بين الدول وتبلور تصنيفها إلى دول متقدمة وأخرى متخلفة .

وقد بين المؤلفان أن المراحل السابقة لتطور التكنولوجيا كانت متداخلة قليلاً ، وتحدثا عن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا ، وأشارا إلى أن متانة العلاقة بينهما تظهر في البلدان المتقدمة بينما يبقى تأثير العلم ضعيفاً على التكنولوجيا في البلدان المتخلفة ، وأن العلاقة طردية مع التكنولوجيات المتطورة وليس مع التكنولوجيات البسيطة ، ثم اختتم المؤلفان هذا الفصل باستعراض نموذجين هما الولايات المتحدة واليابان لمناقشة العوامل التي قادت إلى انتقال التكنولوجيا إليهما وتطويرها باعتبارهما قد حققا نجاحاً نموذجياً للدول الأخرى .

جاء **الفصل الثالث** تحت عنوان « التكنولوجيا في العصر الراهن » ، وذكَّر المؤلفان القارىء بالدور الذي لعبته الحروب على مر التاريخ في تطور التكنولوجيا عموماً خاصة آلات الحرب ، ويضرب المؤلفان مثالاً على ذلك هو تطور صناعة الحديد تحت ضغط الحروب في الامبراطورية الفارسية . وقد انسحب هذا التأثير على العصر الراهن خلال الحرب العالمية الثانية حين جندت الدول المتحاربة جميع طاقاتها العلمية والتقنية لخدمة تطور التكنولوجيا العسكرية وخاصة القنبلة الذرية ، وبهذا قد ولدت للمرة الأولى في التاريخ ما يسمى « بحملات المهام » التي استدعت تجنيد تخصصات متعددة مثل الفيزيائيين والكيميائيين والرياضيين والمهندسين وتركيز جهودهم المشتركة لتحقيق هدف معين ، وقد أدت هذه الظاهرة إلى ارتباط أوثق بين العلوم الأساسية والتكنولوجيا ، ومن ثم إلى تطور تكنولوجيا جديدة وبسرعة فائقة ، مثل تكنولوجيا الطاقة النووية ، والرادارات والاستشعار عن بعد ونظم الاتصالات والمحركات النفاثة والصواريخ والترانسستور والمضادات الحيوية والألياف الصناعية وبعض الكيميائيات . وتشترك جميع هذه التكنولوجيات المتطورة في خصائص متماثلة أهمها أنها تتطلب إنفاقاً مالياً كبيراً لقيامها على البحث والتطوير وما يتطلبه من قاعدة معلومات

ضخمة . كذلك تشترك هذه التكنولوجيات المتطورة في احتياجها إلى استثمار رأسمالي كبير عند تأسيسه ، فضلاً عن ذلك تتسم هذه التكنولوجيات المتطورة بإحتياجها إلى عمالة عالية التدريب وعمالة بسيطة جداً ، وتحتاج أيضاً إلى أسواق كبيرة لاسترجاع رأس مالها المستثمر.

بعد ذلك انتقل المؤلفان إلى ضرب أمثلة عن التطور التكنولوجي بعد الحرب العالمية الثانية في أربعة بلدان ذات خصائص مختلفة هي اليابان ـ الهند ـ كوريا وإسرائيل .

أما **الفصل الرابع** فقد أفرد فيه المؤلفان خصائص المنظومة التكنولوجية حيث بينا فيه أن للنظم التكنولوجية خصائص نابعة من طبيعتها واعتمدا في معالجتهما لهذه الخصائص على التعريف الذي أورداه في **الفصل الأول** من الكتاب ، فأوضحا أن من خصائص هذه النظم ترابط حلقات الانتاج التكنولوجي فيها ، وشبها عمل النظام بالسلسلة التي يقرر ترابطها قوة جميع حلقاتها ، ولو تصادف وجود حلقة ضعيفة واحدة فإن قوة تحمّل أو شد السلسلة يتوقف على مدى تحمل أو ضعف حلقاتها . وكذلك التكنولوجيا حيث تقرر كفاءة النظام التكنولوجي بأضعف حلقاته ولذلك فإن تقوية النظام لابد أن تبدأ من تقوية هذه الحلقة الضعيفة ، بمعنى آخر فإن أكبر كفاءة ممكنة لأي نظام تكنولوجي هي الحالة التي تعمل فيها جميع عناصر النظام بنفس الطاقة والتي تتساوى فيه كفاءتها وبذلك لايكون هناك هدر للامكانات .

كما يبرز أيضاً في خصائص المنظومة التكنولوجية أهمية العامل الإقتصادي ، فليس هناك تكنولوجيا دون القدرة على استيعاب منتجاتها أي دون تسويقها وبثمن مربح ، كما ليس من الضرورة أن يكون الربح آنياً بل من الأهمية إقناع أصحاب القرار في النظام التكنولوجي أن يكون هناك ربح آت في المستقبل ، وهذا لايعني أن يكون الربح مادياً فقط ، ففي بعض الحالات تتدخل أمور سياسية خاصة عندما تكون الحكومة هي صاحبة القرار وتضع اعتبارات سياسية في مقدمة أولوياتها مثل الأمن العسكري أو الغذائي أو مثلاً توفير فرص عمل لمواطنيها ، ولكن وبشكل عام يبقى تأثير السوق هو الأكثر حسماً في اندثار أو بقاء التكنولوجيا وتطويرها ، ويتعلق بالعامل الإقتصادي ويحدده عامل الكمية الذي يرتبط به تكلفة انتاج الوحدة حيث أن زيادة الانتاج تتناسب عكسياً مع تكلفته عموماً .

واختتم المؤلفان **الفصل الرابع** بشرح أحد أهم خصائص المنظومة التكنولوجية وهي الأطوار التي لابد أن تمر بها وأوضحا أن هناك خمس مراحل لها ، هي : الاستخدام ، والتشغيل ، والصيانة المحلية ثم ، التعديلات ، والتطوير وأخيراً مرحلة التصنيع .

شرح المؤلفان في **الفصل الخامس** نماذج نظرية لعمل المنظومة التكنولوجية وقارنا بين هذه النماذج ، ففي النموذج الأول الذي أطلقا عليه النموذج الكلاسيكي (التشريحي) إستعرض المؤلفان عناصر هذا النموذج ، وهي البحث العلمي الأساس والبحث العلمي التطبيقي ثم التطوير والإنتاج الفعلي ، وشبها هذا النموذج بشجرة جذورها هي البحوث الأساسية وجذعها البحوث التطبيقية وفروعها الأولى هي التطوير أما ثمارها وأوراقها فهي الإنتاج .

وأشارا إلى أن هذا النموذج ينطبق بدرجة كبيرة على المنظومة التكنولوجية الغربية الحالية ، في حين لا ينطبق على البلدان النامية ، أما النموذج الثاني فهو النموذج الوظائفي وشبها هذا النموذج بثلاث دوائر متقاطعة هي التعليم والإنتاج والأبحاث ، ويحدث الإختلاف بين البلاد المتطورة الكبرى والصغرى والبلاد النامية بعمل كل دائرة من هذه الدوائر واتصالها وعلاقتها ببقية الدوائر ، أما النموذج الثالث الذي تعرض له المؤلفان فهو النموذج الاحيائي وفيه يشبه المؤلفان التكنولوجيات بالكائنات الحية ويطبقا من خلال هذا التشبيه النظريات الاحيائية على عمل المنظومة التكنولوجية . إذ أن كلا النظامين الاحيائي والتكنولوجي معقد وقادر على التكاثر الذي لا يتم تلقائياً ، كما أن توقف عمل أي من مكونات النظام الاحيائي أو التكنولوجي يؤدي إلى توقف عمل النظام وموته ويصبح من شبه المستحيل عكس هذا الاتجاه وإحياء النظام .

بعد ذلك انتقل المؤلفان إلى شرح استراتيجيات التكنولوجيا حيث أفردا لها **الفصل السادس** ، وبينا دور الدولة في تحديد الاتجاه الذي تتخذه المنظومة التكنولوجية وخاصة في فترات الحروب ، وتطرق المؤلفان في هذا الصدد لنجاح المنظومة التكنولوجية اليابانية ، وحللا خطة اليابان لحيازة التكنولوجيا ، وبينا العوامل التي ترتكز عليها ، وهي الاختيار المركزي للتكنولوجيا المناسبة ، وتوحيد الجهة المفاوضة في شراء التكنولوجيات ونجاحها في ذلك نتيجة تراكم الخبرات في هذا الخصوص ، وبالتالي حصولها على أفضل الشروط ، والاستيعاب الكامل للتكنولوجيا وتطويرها المتدرج ، بعد ذلك عرض المؤلفان استراتيجيات الدول النامية لنقل التكنولوجيا عموماً ثم ، انتقلا إلى الاستراتيجية البريطانية وآلياتها .

شرح المؤلفان في **الفصل السابع** المنظومة التكنولوجية في العالم العربي ، ونفى المؤلفان بالأرقام والمقارنة ما يشاع خطأ عن أن البلاد العربية ، هي بلاد غنية حيث بينا أن دخل الدول العربية مجتمعة بما فيها دول النفط وعدد سكانها يتجاوز ٢٥٠ مليون هو أقل من دخل أسبانيا لوحدها ويقارب ثلث دخل إيطاليا ، وحذرا من أن هذا الخطأ قد أشاعته الصحافة الغربية لإضفاء صفة الثراء على العرب وصدّق العرب أنفسهم وتصرفوا على هذا الأساس مع الأسف ، بعد هذه المقدمة حلل المؤلفان المنظومة التكنولوجية العربية من زاوية النموذج الوظيفي الذي تحدث عنه الكتاب في **الفصل الخامس** وحللا عناصرها ، وفي هذا الصدد تحدثا عن واقع البحث العلمي في البلاد العربية فأشارا إلى أنه يغلب عليه البحوث الأساسية ويتركز عموماً في الجامعات وفي بعض المراكز البحثية التخصصية ، وقلما نجد وجوداً لهذا البحث في الشركات . ثم انتقل المؤلفان إلى التعليم والتدريب ضمن عناصر المنظومة التكنولوجية العربية وشرحا نقاط الضعف فيه ، وخاصة فيما يتعلق بالنمط الفرنسي في التعليم الذي يحاكيه هذا النظام كما هو الحال في مصر وسوريا ، وتركيز هذا النمط على التلقين وحفظ المعلومات والهالة التي تحاط بها الاختبارات في هذا النمط من التعليم ، إضافة إلى ذلك فإن التعليم في الوطن العربي يتمتع بإستقلالية عن المجتمع ونظامه الاقتصادي والتكنولوجي ، ثم انتقل المؤلفان إلى العنصر الأخير في المنظومة التكنولوجية العربية وهو الإنتاج ، وناقشا أسباب فشل الصناعات الوطنية العربية ، ومن ثم القضاء على التكنولوجيات المرتبطة بها ، وربطا ذلك بالانفتاح على البضائع الإستهلاكية الأوربية ، وعدم قدرة الصناعات الوطنية على منافستها ومن ثم تقهقرها وتراجعها . أما الجانب الزراعي في المنظومة التكنولوجية العربية ، فقد حد النقص الكبير في المياه من تحقيق الأمن الغذائي المطلوب ، مما جعل البلاد العربية بلاداً مستوردة للطعام ، وقد أشار المؤلفان إلى

سدم الإهتمام العربي بتقنين المياه إستعمالاتها ، كما تفعل كثير من الدول ـتى الغنية منها بالمصادر المائية ، وختم لؤلفان هذا الفصل بمحاولة وضع ـتوجهات الكفيلة بإصلاح المنظومة ـتكنولوجية العربية .

أما **الفصل الثامن** والأخير فقد لخص يه المؤلفان أهم استنتاجاتهما عن المنظومة ـتكنولوجية وبشكل خاص ما ينطبق منها لى العالم العربي ، فأشارا إلى العلم التكنولوجيا والعلاقة بينهما ، وتحدثا عن ستيعاب التكنولوجيا وشروط التحقق نها ، كما تحدثا عن الاستيعاب المكلف التدريجي ومحدودية استيعاب جميع لتكنولوجيات وضرورة الانتقاء الملائم نها ، ثم خطة السياسة التكنولوجية مهمة عمل المنظومة التكنولوجية ، وأهمية ـرونة الخطة التكنولوجية ، وضرورة صلاح النظام التعليمي ، والتركيز على بحث العلمي ، وتشجيع الأقطار المنبثقة ن العاملين في الصناعة ، وأخيراً تشجيع لشاريع الصغيرة غير المجربة والرائدة لتي يتقدم بها الأفراد الجريئون بمالهم وقتهم ، ثم اختتم المؤلفان الكتاب بذكر عض المراجع المختارة في إطار لتكنولوجيا وأعطيا فكرة عن كل مرجع .

ومما لا شك فيه أن هذا الكتاب مميز يختلف كثيراً عن الكتب التي تطرقت لهذا لوضوع ، ويعود ذلك إلى التباين الواضح ي خبرات مؤلفيه فالدكتور الخالدي كاديمي بحث له باع طويلة في الدراسات لعليا وتنمية القدرات العلمية . أما الاستاذ لشيراوي فهو أحد خبراء التنمية في لبحرين وقد عاصر من خلال تدرجه لوظيفي وممارساته العملية العقود لحاسمة للعملية التنموية في البحرين ، كما نه أحد المنظرين لها ، فضلاً عن أنه راصد اع للتطور الذي شهدته منطقة الخليج لعربي في الربع الأخير من هذا القرن . قد عالج الكتاب الكثير من المسائل لتكنولوجية باختصار أحياناً . وبإفاضة ي أحيان أخرى حسب مقتضى الحال ، ذلك فهو كما ذكرا في المقدمة لايصلح أن كون كتاباً أكاديمياً أو شاملاً عن الموضوع ، لا أنه سيكون مفيداً للقارىء وللباحث عن واعي التخلف التكنولوجي الحالي للأمة عربية ، ومن ثم فهو كتاب ترجع فوائده لأساسية إلى إثارته حفيظة الانتقاد التفكير لدى القارىء ، وهو ما تحتاجه ـعلاً الأمة قبل أن ترتاد الطريق السليم الأمثل نحو التطور التقني المنشود .

عالم في سطور

بنجت اندرز روبرتسون
(Bengt A. Robertson)

● **الاسم :** بنجت أندرز روبرتسون

● **الجنسية :** سويدي .

● **تاريخ ومكان الميلاد :** ١٩٣٥م ، استكهولم ، السويد .

● **المؤهلات العلمية :**

* دراسات طبية في معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد ، بين عامي ١٩٥٣ـ ١٩٦٠م .

* شهادة الدكتوراه ، معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد عام ١٩٦٨م .

الوظيفة الحالية :

مدير قسم باثولوجيا الأطفال ، مستشفى كارولينسكا ، معهد كارولينسكا ، أستكهولم ، السويد .

● **أعماله :**

* عضو في هيئة التدريس في قسم علم الأمراض في معهد كارولينسكا ، السويد .

* أستشاري أمراض الأطفال بمستشفى سانت جوربان .

* أستاذ أمراض الأطفال بمعهد كارولينسكا .

* رئيس قسم الأمراض بمستشفى سباتسبرج ومستشفى سانت جوربان في أستكهولم .

* أستاذ زائر في جامعتي تورنتو وبيروجيا .

* عضو لعديد من الجمعيات المتخصصة لطب الأطفال .

● **الإنجازات العلمية :**

* إجراء بحوث بالغة الأهمية تتعلق بتطوير أسلوب علاج متلازمة ضيق التنفس وتطبيقه على المواليد الخدج ، وذلك بوساطة المواد المقللة للتوتر السطحي في الحويصلات الرئوية ، حيث قام وفريقه البحثي بدراسات رائدة في مجال وظائف الجهاز التنفسي ، مستخدمين في ذلك حيوانات التجارب ، وقد كانوا أول من أثبت فعالية المواد المقللة للتوتر السطحي في الوقاية من المتلازمة في المقدمات ناقصة النمو ، ومن ثم أثبتوا فائدتها العلاجية الأكيدة في الأطفال الخدج .

* نشر ـ مع زملائه ـ أكثر من مئتي بحث وما يقرب من عشرين ومئة مرجع أو مقال أو فصل في كتاب .

● **الجوائز والتقدير العلمي :**

* جائزة الملك فيصل العالمية للطب بالاشتراك لعام ١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م.

المصدر :ـ
الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية (١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م).



كتب صدرت حديثا

سلسلة الخريجي التعليمية في الفيزياء للصف الثالث الثانوي

ألف هذا الكتاب **الدكتور / محمد شفيق الكناني**، وصدرت الطبعة الأولى منه عام ١٤١٧هـ/١٩٩٦م عن دار الخريجي للنشر والتوزيع بالرياض.

يتألف الكتاب من ستة فصول تتناول بالترتيب الموضوعات التالية: التوازن، وقوانين نيوتن، والشغل والطاقة وقانوني حفظ الطاقة وحفظ كمية الحركة، والحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة، والحركة الموجية، وآثار التيار الكهربائي ومصادره.

ويقع الكتاب في ٤٢٩ صفحة من الحجم المتوسط ويحتوي على العديد من الأشكال والعلاقات والقوانين، و ٤٧٥ سؤال ومسألة محلولة، ومسائل إختبارات محلولة وغير محلولة في نهاية جميع الفصول لسنوات سابقة. وينتهي الكتاب بثبط للمراجع العربية والانجليزية، وملحق لحالات تحليل القوى إلى مركبات، وفهرس لمحتويات الكتاب.

لمحات في تاريخ العلوم الكونية عند المسلمين

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧/١٩٩٦م، وقام بتأليفه **أ.د/ عبد الله بن عبد الله حجازي**، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.

يتألف الكتاب من ٢٣٧ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي على تقديم **للشيخ عبد الرحمن الباني**، وتعليق **للدكتور محجوب عبيد طه**، ومقدمة للمؤلف، ومدخلاً للكتاب يشتمل على نبذة تاريخية عن تاريخ العلوم وأثر الكتاب والسنة في الإقبال على العلم وتقدمه وتطوره.



ويتناول الكتاب بشيء من التفصيل إنجازات المسلمين ومشاهير علمائهم في عدة علوم كونية مختلفة هي بالترتيب علوم الأرض، والفلك، والرياضيات، والفيزياء، والكيمياء، والصيدلة، والطب. وانتهى الكتاب بسرد لمائة وأربعة عشر من المراجع العربية، وفهرساً لمحتويات الكتاب.

المدخل إلى البرمجة الهيكلية بلغة البسيك

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧هـ/١٩٩٦م عن مكتبة الشقري بالرياض، وهو من تأليف كل من **د.عمر حامد، وأ.د أحمد علام، ود. عدنان بري، ود. محمد المالكي**، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.

يقع الكتاب في ٣٢٨ صفحة من القطع المتوسط موزعة على عشرة أبواب، وخمسة ملاحق، وقائمة بالمراجع العلمية.

تتناول أبواب الكتاب من الأول إلى العاشر بالترتيب: مقدمة، ومرحل إخراج البرامج، وأساسيات لغة البسيك، جملة الإسناد وجمل الإدخال والإخراج، والجمل المنطقية، وجمل الاختيار، وجمل التكرار، وخوارزميات أساسية، والمتغيرات ذوات الأدلة، والبرامج الفرعية.

مصطلحات علمية (*)

* تعطير **Aromatization**

تحويل المركبات الهيدروكربونية غير العطرية ـ خاصة المشتقات النفطية ـ إلى مركبات هيدركربونية عطرية .

* أكسدة حرارية (تكليس) **Calcination**

تسخين المادة تحت ظروف مؤكسدة أو إلى درجة حرارة عالية دون صهرها . ومثال ذلك تسخين الخامات أو المركزات أو الرواسب أو المتخلفات حتى تتحلل الهيدرات أو الكربونات أو المركبات الأخرى ، وتُطْرَد المواد المتطايرة دون صهر المادة الأساس .

* تبعثر غرواني **Colloidal Dispersion**

مخلوط مكون من مادتين ، توجد إحداهما (الطور المُبَعْثَر) في حالة شديدة الإنقسام ، وموزعة بشكل منتظم خلال المادة الثانية (وسط التَبَعْثُر) وقد يكون كل من الطور المُبَعْثَر ووسط التَبَعْثُر غازاً أو سائلاً أو صلباً .

* ممد (باسط) **Extender**

مادة تستخدم لتمديد أو بسط (تغيير خصائص) الراتنجات والخزفيات والدهانات والمطاط .

* معوّق احتراق **Fire Retardant**

مادة كيميائية تستخدم لتكسية المواد القابلة للاشتعال ـ مثل الدهانات والمنسوجات واللدائن والمطاط ـ أو تدخل كأحد مكوناتها ، فتقلل أو تزيل قابليتها للاحتراق .

* مفاعل مبرد بالغاز **Gas Cooled Reactor**

مفاعل نووي يتم تبريده بغاز مثل الهواء أو ثاني أكسيد الكربون .

* مفاعل الماء الثقيل **Heavy Water Reacter**

مفاعل نووي يُستخدم فيه الماء الثقيل كمهدئ للنيوترونات ، كما أنه يعمل أحياناً كمبرد لجسم المفاعل .

* مثبط **Inhibitor**

مادة يمكنها إيقاف أو إبطاء معدل تفاعل كيميائي حتى عند وجودها بتراكيز منخفضة .

* عدد اليود **Iodine Value (Number)**

مدى عدم تشبع المركب أو المزيج وذلك بقياس اليود الممتص ـ في وقت محدد ـ من مادة غير مشبعة كيميائياً مثل الزيت النباتي أو المطاط .

* تشعيع **Irradiation**

تعريض مادة ما إلى أشعة جاما ، أو الأشعة فوق البنفسيجية أو أي اشعاع مؤين آخر .

* حرارة كامنة **Latent Heat**

كمية الحرارة التي يمتصها أو يطلقها جزيء جرامي (وحدة الكتلة) من مادة عند تغير حالتها الفيزيائية (الإنصهار أو التسامي أو التبخر) عند درة حرارة وضغط ثابتين .

* دور وقود المفاعل **Nuclear Fuel Cycle**

عمليات تحضير عناصر الوقود وتجميعها لاستعمالا في المفاعل ، واستنفاذ المنتجات الثانوية المشعة من الوقود المستهلك ، وإعادة معالجة المادة المنشطرة المتبقية داخل عناصر الوقود الجديدة .

* مفاعل الماء المضغوط **Pressurized Water Reactor**

مفاعل نووي يجري فيه الماء بضغط كاف ـ لمنعه من الغليان ـ لتهدئة وتبريد وقود اليورانيوم . ويستخدم الماء المسخن الناتج لتوليد البخار في محطة التوليد .

* ملاط **Plaster**

خليط لدن من مواد مختلفة ـ مثل خليط الجير أو الجبس مع الماء ـ يتجمد فيصبح صلباً متماسكاً .

* معامل الانكسار **Refraction Index**

النسبة بين السرعة الطورية للضوء في الهواء إلى سرعته الطورية في وسط معين .

* قيمة التصبن **Saponification Value**

عدد مليجرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن الدهن أو الزيت أو الشمع في جرام واحد من عينة من مادة معطاة ، باستخدام اختبار المواصفات الأمريكية (ASTM) .

* زيت الصنوبر **Tall Oil**

مزيج راتنجي ـ زيتي بلون أصفر يميل إلى السواد وذو رائحة كريهة ـ مؤلف من مواد عالية الوزن الجزيئي (مثل راتنج القلفونية وأحماض دهنية واسترول وكحول)، ومواد أخرى مستمدة من النفاية السائلة لعجينة الخشب . يستخدم زيت الصنوبر في الزيوت المجففة للطلاء والراتنجات القلوية ، ومواد تشميع الأرضيات والصابون والشحوم .

* مُرَقق **Thinner**

سائل يستعمل لترقيق الطلاء أو الورنيش أو الأسمنت أو مواد أخرى ، مع إعطائه القوام المطلوب .

* الكعكة الصفراء **Yellow Cake**

الراسب النهائي الذي يتكون بعد طحن خام اليورانيوم .

(*) المصدر :
معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا معهد الانماء العربي .





مسابقة العدد

« الطريق الأقصر »

ترغب وزارة المواصلات في تنفيذ طريق معبد يصل القرى أ ، ب ، جـ ، د التي تقع على رؤوس مربع طول ضلعه ١٠٠كم بأقل تكلفة ممكنة .

ما هو طول أقصر طريق يصل هذه القرى بعضها ببعض ؟

حل مسابقة العدد الأربعون

« الجملة المحيرة »

الجملة التي قالها الرجل :

(إن صاحبي الغني أمر بمنحي قطعة الأرض التي مساحتها الفي متر مربع وعلى ثلاثة شوارع) .

*** تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الأربعون«الجمله المحيرة » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . ونظراً لإن أحداً لم يتوصل إلي الحل الصحيح ، فإننا نتمنى للجميع حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة .**

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الطريق الأقصر » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لتسلم الحل هو ١/٤/١٤١٨هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .



٣- الليزر الكيميائي

إعداد د. عطية بن علي الغامدي

الليزر الكيميائي هو نوع من الليزرات الغازية التي تنتج عن طريق التفاعل الكيميائي بين العناصر الغازية. وهو مثال مهم لتحول الطاقة الكيميائية الناتجة من تفاعل الغازات إلى طاقة كهرومغناطيسية كبيرة، وبالتالي فإن شعاع الليزر الكيميائي له قدرات عالية تصل إلى ٣٠٠ كيلووات في بعض الأحيان.

يستخدم الليزر الكيميائي بصفة أساس في التطبيقات العسكرية، مثل: إنتاج مدفع يعمل بالليزر يمكن استخدامه لتدمير هدف على بعد عشرة كيلو مترات، ويتم في مثل هذا النوع من المدافع استخدام مرآة بقطر ٧٠ سم، لتركيز أشعة الليزر المنتجة حتى تستطيع إصابة الهدف بدقة متناهية.

أنواع الليزرات الكيميائية

هناك عدة من أنواع الليزرات الكيميائية، من أهمها: ليزر فلوريد الهيدروجين، وفلوريد الديوتيريوم واليود وغيرها، ويوضح جدول (١) التفاعلات الكيميائية والطول الموجي لمجموعة من الليزرات الكيميائية.

مصدر الليزر	التفاعل	الطول الموجي (ميكرومتر)
اليود (I)	$O_2 + I \rightarrow O_2 + I^*$ (بالانتقال)	١,٣
فلوريد الهيدروجين (HF)	$F + H_2 \rightarrow HF^* + H_2$	٣,٥ـ٢,٦
	$H + F_2 \rightarrow HF^* + F_2$	٣,٥ـ٢,٦
كلوريد الهيدروجين (HCl)	$H + Cl_2 \rightarrow HCl^* + Cl$	٤,١ـ٣,٥
فلوريد الديوتيريم (DF)	$F + D_2 \rightarrow DF^* + D$	٤,١ـ٣,٥
بروميد الهيدروجين (HBr)	$H + Br_2 \rightarrow HBr^* + Br$	٤,٧ـ٤,٠
أول أكسيد الكربون (CO)	$CS + O \rightarrow CO^* + S$	٥,٨ـ٤,٩
ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	$DF^* + CO_2 \rightarrow CO_2^* + DF$ (بالانتقال)	١١,٠ـ١٠,٠

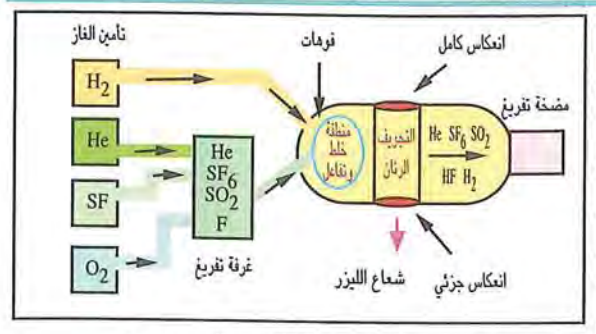
جدول (١) التفاعلات والطول الموجي لمجموعة من الليزرات الكيميائية.

يستخدم ليزر فلوريد الهيدروجين في نطاق الأشعة تحت الحمراء التي تمتص بشدة في الغلاف الجوي، بينما يستخدم ليزر فلوريد الديوتيريوم - بسبب اختراقه الجيد للغلاف الجوي - في تطبيقات عدة، ولكن يعاب عليه انخفاض الكفاءة وتكلفته العالية. من جانب آخر يمتاز ليزر اليود بأن له طول موجي قصير - ١,٣ ميكرومتر - ناتج بسبب الانتقالات الإلكترونية التي تضخ بوساطة انتقال الطاقة من جزيئات الأكسجين المستثارة في التفاعل الكيميائي، جدول (١).

طريقة عمل الليزر الكيميائي

لاتختلف طريقة عمل الليزرات الكيميائية بعضها عن بعض. وفيما يلي شرح لطريقة عمل ليزر فلوريد الهيدروجين كأحد الأمثلة على عمل الليزر الكيميائي.

يمتاز ليزر فلوريد الهيدروجين بأنه متوفر تجارياً، وله قدرات منخفضة، ويعمل بانتقالات جزيئية تتذبذب على مجموعة من الخطوط في نطاق ٢,٦ ـ ٣,٣ ميكرومتر معطياً قدرات ليزرية أكثر من عشر كيلو وات، وطاقات نبضية تقدر بعشرات الكيلو جول، وبكفاءة أكثر من ٤٠٪، يوضح شكل (١) طريقة عمل فلوريد الهيدروجين، وذلك كما يلي:



● شكل (١) طريقة عمل فلوريد الهيدروجين.

- دخول غازي الهيدروجين والفلور إلى غرفة التفاعل من خلال فوهتين، حيث يختلطان لتشكيل غاز فلوريد الهيدروجين في حالة الاستثارة الاهتزازية.
- تدفق غاز فلوريد الهيدروجين سريعاً من خلال الفوهات ليعبر منطقة التفاعل إلى منطقة التجويف الرنان.
- انبعاث فوتونات أشعة الليزر تحت الحمراء في فوهة التجويف الرنان، حيث تنبعث الجزيئيات المستثارة بعملية الإنبعاث الحثي، بعدها يتم التخلص من الغاز بوساطة الضخ.
- يتم تزويد غازي الهيدروجين والفلور عن طريق مفاعلين، أحدهما يزود غاز الهيدروجين النقي، أما الآخر فيزود غاز الفلور النقي، وبسبب سمية غاز الفلور فإنه يستخدم على شكل غاز سلفوهيسكات الفلور (SF_6) الأكثر أماناً وأسهل استخداماً، ويتم إنتاج غاز الفلور المستثار من (SF_6) بوساطة التفريغ الكهربائي في وجود غاز الأكسجين، ويكون الناتج غاز الفلور المستثار مع غاز ثاني أكسيد الكبريت، ويضاف غاز الهليوم إلى الخليط المتدفق كغاز مجفف.
- يحدد التجويف الرنان - طوله ما بين ٦٠ - ١٠٠ سم - بزوج من المرايا المتقابلة، إحداهن عاكسة بنسبة ١٠٠٪، والأخرى عاكسة بنسبة أقل - ٩٥٪ - لإنفاذ شعاع الليزر.

مما يجدر ذكره أن الأشكال التجارية لليزرات الكيميائية تأتي على وحدات بحيث يكون تدفق الغاز فيها على التوازي بالنسبة للتجويف الرنان الذي يأتي على التوالي، ويوضح شكل (٢)، ليزر كيميائي مكون من خمس وحدات غازية متوازية بعضهما ببعض ومرتبطة بخمسة وحدات تجويف متسلسلة على التوالي.

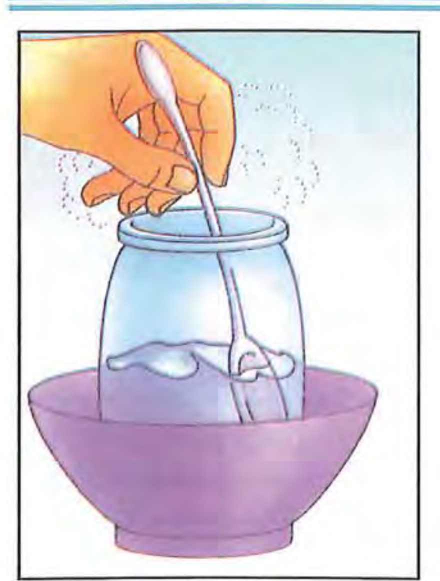


● شكل (٢) توجيه حزمة من أشعة الليزر الضوئيه

من أجل فلذات أكبادنا

البلُّورات

توجد المعادن ـ في بعض الأحيان ـ على هيئة بلُّورات. وتختلف هذه البلُّورات في أشكالها، وعدد الأسطح، وزوايا أركانها. ويطلق على بعضها إسم الأحجار الكريمة.



شكل (٢)

ويمكنك أن تحصل على بعض البلُّورات بنفسك بالتجربة التالية :

الأدوات

خيط ، ملعقة شاي، ماء حار، مشبك ورق، قلم رصاص، صودا الغسيل (كربونات الصوديوم) أو أي ملح آخر ، جرتين من الزجاج، وعاء صغير.

خطوات العمل

١ـ إملأ إحدى الجرتين بالماء الحار ثم أضف إليه كمية من صودا الغسيل وحركه بالملعقة حتى تذوب، ثم أضف كمية أخرى مع التحريك، شكل (١).

٢ـ إملأ الوعاء الصغير بالماء الحار، ثم ضع فيه الجرة التي تحتوي على المخلوط، شكل (٢)، و استمر بإضافة صودا الغسيل مع التحريك حتى تحصل على محلول مشبع بالملح.

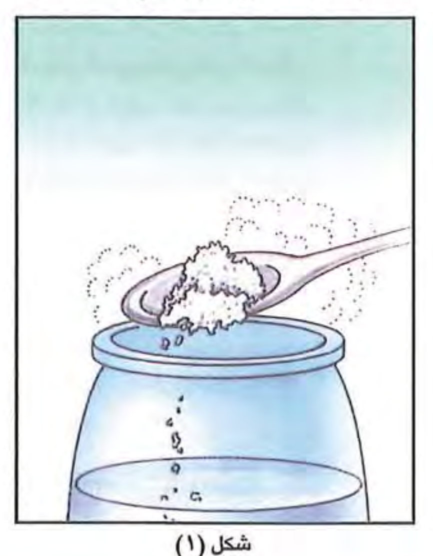
٣ـ اترك المخلوط يبرد، ثم صبه في الجرة الثانية.

٤ـ اربط مشبك الورق في أحد طرفي الخيط وإربط طرفه الآخر في قلم الرصاص، ثم ضع قلم الرصاص على فوهة الجرة، بحيث يتدلى المشبك والخيط داخل المخلوط ،شكل (٣). ضع الجرة في مكان آمن وعد إليها بعد عدة ايام.

ماذا ستلاحظ؟

المصدر :

Young Scientist Vol. 1, The Planet Earth.



شكل (١)

شكل (٣)

بحوث علمية

تدهور خواص المواد البلاستيكية

الناتج عن تأثير العوامل الجوية في المملكة العربية السعودية

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤٠٩هـ إلى ١٤١٣هـ بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى دراسة تدهور خواص المواد البلاستيكية الناتج عن تأثير العوامل الجوية في المملكة العربية السعودية .

وقد تم إجراء البحث بمعهد البحوث ، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ، الظهران ، وكان الباحث الرئيس للمشروع هو الدكتور **محمد بكر أمين** .

● أهداف المشروع

تمثلت أهداف المشروع فيما يلي : ـ

*التحقق من التدهور التدريجي لخواص المنتجات البلاستيكية المستخدمة في الأغراض المختلفة من خلال تعرضها لعوامل تجوية طبيعية وإصطناعية في أماكن مختلفة .

* دراسة أثر المناخ على المواد البلاستيكية المستخدمة في بيت زراعي محمي نموذجي .

*تطوير نماذج علاقية ترابطية لنتائج التجوية الطبيعية والإصطناعية المتسرعة ، ونموذج لتوقع تدهور الخواص الرئيسة للبلاستيك بناء على فترة التعريض والعوامل الجوية .

● خطوات البحث

قام الفريق البحثي بإجراء عدة خطوات لإستكمال متطلبات البحث أهمها : ـ

* تحديد أنواع المنتجات البلاستيكية المصنعة في المملكة والمستخدمة على نطاق واسع في التطبيقات المختلفة ، وقد تم حصرها في خمسة أنواع هي :ـ

ـ طبقات رقيقة جداً (أفلام) من البولي إيثيلين منخفض الكثافة مستخدمة في البيوت المحمية.

ـ البولي إيثيلين عالي الكثافة المشكل بالحقن .

ـ شرائح أنابيب بولي كلوريد الفينيل (P.V.C) .

ـ أكياس البولي إيثيلين المصنعة من راتنجات البولي إيثيلين .

ـ طبقات رقيقة جداً (أفلام) البيت المحمي والتغطية الزراعية .

* إختيار وإعداد مواقع التعريض (مدن الظهران ، والرياض ، وجدة ، وتبوك ، والباحة) في المناطق المناخية التي تم تحديدها بناء على معلومات الأرصاد الجوية والإشعاعية لمختلف مناطق المملكة ، إضافة إلى الرسم السطحي والتصوير الفضائي (لاندسات) .

* وضع عينات أفلام البيت المحمي والتغطية الزراعية والأكياس في ماسكات من الألمنيوم بطول ١٥سم وعرض ٧سم في المواقع الخمسة المختارة .

* تشكيل ٢٥٠٠ عينة (٥٠٠ عينة / موقع) من البولي كلوريد الفينيل (P.V.C) على شكل شرائح بطول ١٤١سم وعرض ١٠مم .

* تشكيل ٢٥٠٠ عينة (٥٠٠ عينة / موقع) من البولي إيثيلين عالي الكثافة بطريقة الحقن الأسطواني في وحدة المعالجة البلاستيكية في معهد البحوث بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن .

* وضع عينات المواد البلاستيكية ـ سابقة التشكيل ـ في خانات حوامل التعريض بواقع ٥٠ عينة من كل نوع في كل موقع من المواقع الخمس .

* سحب نماذج من العينات الخمس كل شهر ، و لمدة ٣٦ شهراً ، وتعيين بعض خواصها الفيزيائيه بإستخدام طرق إختبار مختلفة هي : ـ

ـ مطيافية الفوريير تحت الحمراء (FT - IR) : لدراسة المواصفات التركيبية من خلال تغير مجموعة الكربونيل أثناء فترات التعريض الطبيعي ، حيث يوضح التغير في المحتوى الكيميائي طريقة تدهور البوليمر المبنية على التفاعل الكيميائي غير العكوس لجزيئات البوليمر .

ـ الماسح الحراري التفاضلي (DSC) : لدراسة التغيرات في الخواص الحرارية للعينات مثل درجة ذوبانية التبلور ، ودرجة حرارة التحول الزجاجي ، إضافة إلى نسبة التبلور للعينات غير المعرضة والمعرضة.

ـ كروماتغرافيا الطرد الحجمي (GPC) : لتحديد التغير والتوزيع في الوزن الجزيئي .

ـ المجهر الإلكتروني (SEM) : لدراسة الخواص السطحية للعينات لمعرفة مدى التدهور الذي يحدث في مظهر السطح الخارجي للعينة خلال عملية التجوية.

* مراقبة وملاحظة عمر طبقات البوليمر الرقيقة المستخدمة في وحدة بيت زراعي محمي مزود بنظام للري إضافة إلى تأثير السماد الكيميائي ومبيدات الحشرات على عمر البوليمر .

* مقارنة التغيرات الفيزيائية والكيميائية لعينات الطبقات الرقيقة للبيت المحمي التي تم وضعها في حوامل التعرض وتلك المستخدمة في وحدة البيت الزراعي المحمي لمعرفة عمر البوليمر .

* إجراء تجارب التجوية الطبيعية والإصطناعية لمدة ١٠,٠٠٠ ساعة على عينات من البولي إيثيلين منخفض الكثافة بإستخدام وحدة محاكاة التجوية في مختبرات معهد البحوث لإيجاد علاقة ترابطية بين التجوية الطبيعية والإصطناعية يمكن من خلالها معرفة عمر عينات البولي إيثيلين منخفض الكثافة .

● نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج البحث في الآتي : ـ

* نمو الإمتصاص الكربونيلي (١٧٥١ ـ ١٧٤٠ / سم) في جميع العينات بنسب متفاوتة حسب موقع التعريض بسبب تشكل منتجات التدهور في عملية الأكسدة الضوئية من المجموعات الجزيئية الموجودة في البوليمر من خلال عملية البلمرة والمعالجة والدورة الحرارية .

* إنخفاض درجة حرارة الذوبان البلوري مع إرتفاع نسبة التبلور نتيجة لعملية التجوية الطبيعية ، حيث إتضح أن تعرض البولي إيثيلين (بوليمر شبه متبلور) إلى تغيرات تركيبية وسطحية تؤدي إلى زيادة نسبة تبلوره نتيجة إعادة تنظيم الجزء غير المتبلور

* إنخفاض درجة حرارة التحول الزجاجي في عينات بولي كلوريد الفينيل (PVC) بعد ٣٦ شهراً من التعرض ـ في المواقع الخمسة ـ وذلك بسبب أكسدة التدهور ، والإزالة الهيدروجينية للكلور في العينات ، مما يؤدي إلى تشكيل كلوريد الهيدروجين والتفكك السلسلي .

* يبدأ تدهور خواص العينات من السطح ويتدرج إلى داخل العينة .

* يصل عامل التسرع في وحدة التجوية الإصطناعية إلى ١,٦ مقارنة بالتجوية الطبيعية .

* تطوير نموذج رياضي لعينات طبقات رقيقة للبيت المحمي التي تم تعرضها في المواقع الخمسة ، وإستعراض العلاقة المناسبة لتوقع قيمة كل من قوة الشد ، ونسبة الإستطالة مع فترات التعرض .

* زيادة مدى التدهور في وحدة البيت المحمي النموذجي بثلاثة أمثال التدهور الحادث في حوامل التعريض .

* تطوير نموذج لتوقع معرفة عمر البوليمر المستخدم في التطبيقات الخارجية بالمملكة .

* التوصل إلى نتائج تفصيلية وموثقة ـ لأول مرة ـ عن عمر المنتجات البلاستيكية في مواقع مختلفة بالمملكة .

* أهمية إستخدام المثبتات فوق البنفسجية لتحديد عمر البوليمر بصورة ملائمة .

* وضع توجيهات عن العمر الإستخدامي للبوليمر ، وتوصيات للقيام ببحوث مستقبلية .

المولاس لإزالة التلوث

منذ الأربعينيات وحتى الستينيات من هذا القرن والعاملون في القواعد الحربية الأمريكية المشرفة على صناعة المادة المتفجرة « ت . ن . ت. (2.4.6 Trinitro Toluene-TNT) » ، يقومون بإلقاء بقايا تلك الصناعة في التربة على هيئة سوائل ، ورغم أن هذا الإجراء يضمن سلامة العاملين في تلك المصانع إلا أنه يعرض التربة للتلوث .

ولعلاج هذه المشكلة الخطيرة ، يستخدم العلماء المولاس الناتج من صناعة السكر كغذاء للبكتيريا الموجودة أصلاً في التربة لتتكاثر ، وفي نفس الوقت تعمل على تكسير مادة الـ TNT وتحويلها إلى جزيئات (Molecules) غير ضارة .

قام الباحثون بمختبر أرجون (Argonne) الوطني بولاية إلينوي في الولايات المتحدة بمعاملة ١٢٠٠٠ رطل من تربة ملوثة بمادة TNT ، وذلك بخلط كميات معينة من التربة بالماء في مفاعل حيوي (Bioreactor) مع إضافة كمية قليلة من المولاس كل أسبوع ، وبعد عدة أسابيع انخفضت كمية الـ TNT من ٧٠٠٠ مليجرام لكل كيلو جرام تربة إلى ٢٠ مليجرام للكيلوجرام .

ويذكر مارك هامبتون (Mark Hampton) من مركز أبردين للذخيرة الحربية بماريلاند ـ الجهة الممولة للبحث ـ أن هناك مستوىً حرجاً يجب أن يصل إليه نشاط البكتيريا حتى يكون لها أثر معنوي في بداية تكسير مادة الـ TNT .

ويضيف جون مانِنج (John Manning) من مختبر أرجون أن المولاس الزراعي الخام ـ غير الصافي ـ يشكل غذاءً هاماً للبكتيريا بسبب احتوائه على كميات وفيرة من السكريات والبروتينات والأحماض الأمينية .

ورغم أن العلماء لايعرفون حتى الآن نوع البكتيريا المسؤولة عن تكسير مادة الـ TNT ، إلا أن علاج مشكلة التلوث في هذه الحالة فعّال للغاية وليس هناك حاجة لاستجلاب ميكروبات غريبة للتربة ، وفضلاً عن ذلك فإن نشاط البكتيريا عادة ما ينخفض إلى مستواه الطبيعي فور فراغها من التهام كل كميات المولاس المضافة .

ويعلق هامبتون أن طريقة المفاعل الحيوي تجمع بين مزايا الحرق والتجميع المسموح به في الحربية الأمريكية ، وفضلاً عن ذلك فإن تكلفة الإزالة بالمفاعل الحيوي تتساوى مع تكلفة الإزالة بالتجميع ، وتصل إلى نصف تكلفة الإزالة بالحرق .

ولتخفيض التكلفة الحالية يفكر الباحثون في إضافة المولاس مباشرة إلى التربة الملوثة .

ويكتسب المولاس أهمية أخرى حيث يمكن استخدامه لإزالة ملوثات أخرى مثل المذيبات الكلورية ، والمواد الكيميائية المستخدمة لحفظ الأخشاب ، والمواد البترولية ، حيث يذكر هاملتون فيقول : طالما أن المولاس استطاع أن يحلل مادة صعبة التحلل مثل المتفجرات فإنه بالضرورة يستطيع أن يحلل الملوثات الأخرى بسهولة .

المصدر :

Science News, Vol. 150, Nov. 9 th 1996, P. 301 .

أنثى نمل تأكل إخوانها

يبدو أن عالم النمل مليء بالعجائب ، فبالرغم من أن عالمه يعد نموذجاً مشرقاً للتعاون بين الأفراد ، إلا أن دراسة حديثة أشارت إلى أن الإناث منه تعمل على قتل الذكور عندما تكون نسبتهم أكثر من اللازم .

ومثل أي أم حنونة فإن ملكة النمل لا تفرق بين أبنائها وبناتها في المعاملة لأنهم من صلبها ولهم القدرة على حمل صفاتها الوراثية ، فضلاً عن أن أعدادهم متساوية .

أما الشغالات (الاناث) في مملكة النمل فقد اكتسبن كلا من الصفات الوراثية للملكة والذكر الذي لقحها ، ومن الجانب الآخر فإن الذكور تأتي من البيض غير الملقح للملكة ، ولذلك فإنهم يكتسبون فقط صفات الملكة ، وعليه فإن الإناث بشكل عام أقرب وراثياً إلى إخواتهن من إخوانهن .

ويخمن الباحثون أن شح الموارد الغذائية في بعض الأحيان والتنافس عليه قد يجعل الشغالات تلجأ إلى زيادة شقيقاتهن ، وبالتالي إمكانية زيادة الأعداد المتشابهة وراثياً .

وتختلف درجة علاقة مجموعات النمل بحسب طبائع تزاوج الملكة ، فالاختلاف الوراثي بين الشغالات المنحدرات من الملكة التي لها أكثر من ذكر يكون أكثر من الاختلاف الوراثي بين الشغالات المنحدرات من ملكة وذكر واحد . وبالتالي فإن أبناء الملكة من الذكور التي لها ذكر واحد لديهم ميل شديد لزيادة أعداد شقيقاتهم ، وهذا ما أكدته الدراسة التي أجريت بهلسنكي في فنلندا حيث اتضح زيادة الشغالات المنحدرات من ملكة لها ذكر واحد مقارنة بالشغالات المنحدرات من ملكة لها أكثر من ذكر .

تتلخص الدراسة المذكورة في تحديد جنس النمل من ٣٠٠٠ بيضة ، تم تجميعها من ٥٩ مستعمرة من نمل الخشب (Formica Exsecta) الذي يعيش في جزر فنلندا ولكل مستعمرة ملكة واحدة ، وقد أمكن لحوالي ٦٠٪ من مستعمرات النمل أن يكون لملكتهم ذكر واحد ، بينما كان للملكات بقية المستعمرات أكثر من ذكر . وتشير الدراسة أن لكل مستعمرة من المستعمرات عدد متساوٍ تقريباً من البيض المنتج للذكور والإناث ، ولكن اتضح عند فقس البيض قلة أعداد الذكور في المستعمرات التي تم تلقيحها بذكر واحد مما يشير إلى حدوث أمر ما للبيض المنتج للذكور أو شرانقها ، وبالفعل أظهرت التجارب المختبرية إختفاء عدد من البيض المنتج للذكور عند وضعه مع بيض منتج لإناث النمل ، ويمكن تفسير هذه الظاهرة بالتجاهل أو القتل المتعمد من جانب شقيقاتهم الاناث .

ويعلق جون سيقر (Jon Seger) أن هذا الأمر يتعلق بالكيفية التي تتعرف بها الشغالات على شرانق الذكور ، وكذلك الذكور المشابهين لها وراثياً ، وتعترف الباحثة الفنلندية سندستروم (Sund Strom) أنه حتى الآن لا يوجد دليل عن الكيفية التي تتعرف بها الشغالات على البيض المنتج للذكور من البيض المنتج للإناث ، وتضيف أنه قد توجد مواد كيميائية في سطح البيض تجعل أمر التعرف على الجنس سهلاً من قبل الشغالات .

وتعمل سندستروم وزملاؤها على دراسة أثر عوامل أخرى ، مثل : حجم المستعمرة على نسبة الإناث قبل أن تقتل أشقاءها من الذكور .

المصدر :

Science News, Vol 150, Nov. 9 th 1996, P295

بطانية كهربائية لإزالة تلوث التربة

يعمل المهندسون منذ وقت طويل لايجاد حل لإزالة الملوثات الكربونية ، مثل : ثنائي فنيلات عديد الكلورة (Poly Chlorinated Biphenyls -PCBS) من المواد التي تلوثها . وحالياً ظهرت مؤشرات إلى إمكانية التخلص من هذه الملوثات في التربة عن طريق تحللها بالحرارة الصادرة من بطانية كهربائية يتم فرشها فوق التربة الملوثة .

وقد نشرت مجلة علوم وتقنية البيئة (Enviromental Science & Technology) في عددها الصادر في نوفمبر عام ١٩٩٦م نتائج الدراسات التي قام بها وليم إدليستين (William A Edelstein) ومجموعته من هيئة البحث والتطوير بشركة جنرال إليكتريك . بنيويورك حيث أشارت إلى أن الباحثين تمكنوا من إزالة مركبات ثنائي فنيلات عديد الكلورة (PCBS) الناتجة من زيت تم رشه قبل عقد من الزمان على الأرض بغرض مقاومة الغبار ، وقد تم ذلك من خلال تجارب استمرت يوماً واحداً إستخدمت فيها بطاطين كهربائية .

تم في هذه التجربة إحاطة البطانية ـ مساحتها ٩م٢ ـ بأسلاك كهربائية تعمل كسخان عند درجة حرارة ٩٢٥ْم لتتمكن من رفع درجة حرارة الطبقة العليا من التربة ـ ١٥سم ـ إلى ٢٠٠ْم تقريباً ، وهي درجة حرارة كافية لتحلل المواد الملوثة للتربة تحت البطانية عن طريق الأكسدة الحرارية حيث انخفضت كمية الـ (PCBS)من ٢٠٠٠ جزء من مليون إلى أقل من جزئين من مليون .

وقد تابع أدليستين ومجموعته تجاربهم في هذا المجال حيث تمكنوا من إزالة ملوثات الـ (PCBS) حتى عمق ٤٠سم ولأراضي تزيد كمية ملوثاتها عن ٢٠٠٠ جزء من مليون .

من جانب آخر تفكر شركة شل للبترول بمدينة هيوستن بتكساس في الدخول في صناعة تلك البطاطين لإزالة ملوثات أخرى مثل الدايوكسين (Dioxins) والمذيبات العضوية ، والمبيدات ، وربما المعادن الثقيلة مثل الزئبق والكادميوم والرصاص .

المصدر:

Science News, Vol 150, Nov. 1996, P308



مع القــــراء

الإخوة القراء الكرام السلام عليكم ورحمة الله وبركاته . وأهلاً بكم في مجلتكم مجلة العلوم والتقنية .

يصدر هذا العدد الجديد مع إطلالة العام الهجري الجديد فاهلاً بكم أعزاءنا القراء وبتواصلكم معنا من خلال رسائلكم . وكل عام وأنتم بخير .

*** الأخ / أحمد موسى الفايز - حائل**

سعدنا باتصالك ، وقد تم إدراج إسمك في قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / سعيد عبدالرحمن العمودي - جدة**

تلقينا رسالتك بكل سرور ، أما فيما يخص العددين (٣٨ ، ٣٩) فسوف نقوم بإرسالهما على عنوانك باذن الله ، ويسرنا إدراج إسمك في قائمة توزيع المجلة .

*** الاخوة :**

عبدالوهاب طراد
عليوش عبدالعزيز
مهدي حمودة
ابن عيني محمد
لطيش زكريا
ميروكي مصطفى - الجزائر

سعدنا بوصول رسائلكم شاكرين إطرائكم للمجلة ، كما يسعدنا تلبية طلباتكم من الأعداد السابقة للمجلة ، فأهلاً بالجميع .

*** الأخ / خالد رحيل الكلبي - جدة**

شكراً لك على ما ورد في رسالتك من مشاعر جياشة تجاه المجلة والعاملين عليها . وسوف نقوم بإرسال ما يتوفر من الأعداد السابقة للمجلة على عنوانك ، ويسعدنا إدراج إسمك ضمن قائمة الإهداءات .

*** الأخوة :**

ناصر عزيز - غادي رضا - تايتين حسين - غبشى عبدالوهاب - خليل النقاش - أميشي حسين - شليغم بلال - رشيد محمود - غالم أحمد - نعيمة محمد - فرص عمر - عسقون مسعود . الجزائر .

يسعدنا تلبية رغباتكم بادراج عناوينكم ضمن قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / مشعل محمد العماش - الرياض**

وصلتنا رسالتك بكل سرور ، وسوف نقوم بإرسال المجلة على عنوانك الجديد .

*** الأخ / عثمان على الأسمري - النماص**

إشارة إلى رسالتك التي بعثت بها إلى المجلة نود أن نشكرك على إطرائك ومديحك للمجلة ، ويسرنا إدراج إسمك في قائمة توزيع المجلة ، أما ما ورد فيها من استفسار فيمكنك مراسلة معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ص. ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢ .

*** الأخ / سمير عوض العتر - سوريا**

نشكرك على رسالتك التي حملت الكثير من عبارات الثناء والإعجاب للمجلة ، كما يسعدنا إدراج إسمك في قائمة التوزيع ، فأهلاً بك وبجميع القراء الكرام في جميع أرجاء وطننا العربي .

*** الأخ / صالح عبدالله العايد - القصيم**

تلقينا رسالتك بكل سرور ويسعدنا تلبية طلبك من الأعداد السابقة وإدراج إسمك في قائمة توزيع المجلة ، وكل عام وأنتم بخير .

*** الأخ / أنور عطية اسماعيل شحاته - مصر**

سعدنا بوصول رسالتك وسوف ندرج إسمك في قائمة التوزيع .

*** الأخ / محمد حمدان الربيعي - سلطنة عمان**

يسعدنا إدراج إسمك في قائمة التوزيع فأهلاً بك .

*** الأخ / ابراهيم سعيد ناصر - مسقط**

يسعدنا تلبية طلبك بإدراج إسمك ضمن قائمة توزيع المجلة .

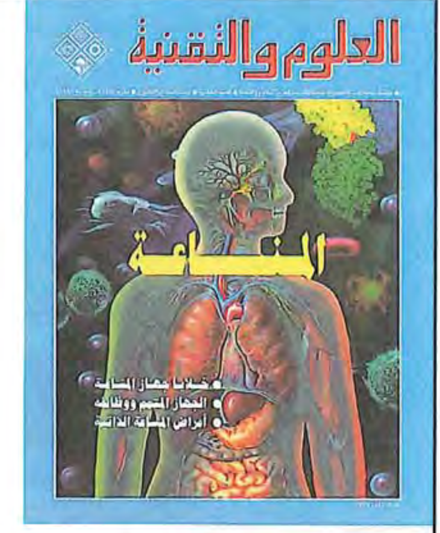
*** الاخ / على حسن على - البحرين**

يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم بإدراج إسمك في قائمة التوزيع .

*** الأخ / ابراهيم عبدالله بن محمد - سلطنة عمان**

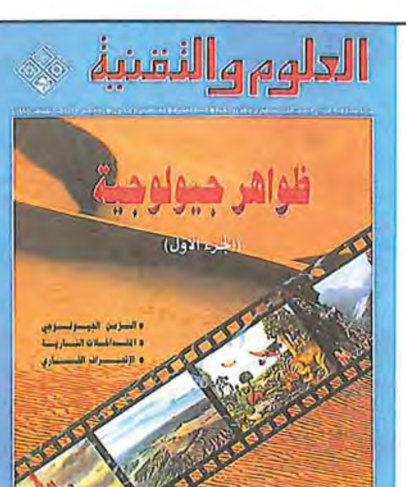
تلقينا بكل سرور رسالتك وما حوته من شكر للقائمين على المجلة ، وما نقوم به يا أخي ما هو إلا واجب نعتز به ، فأهلاً بك بمجلتك مجلة العلوم والتقنية .

الأعداد الصادرة من المجلة خلال عام ١٤١٧هـ



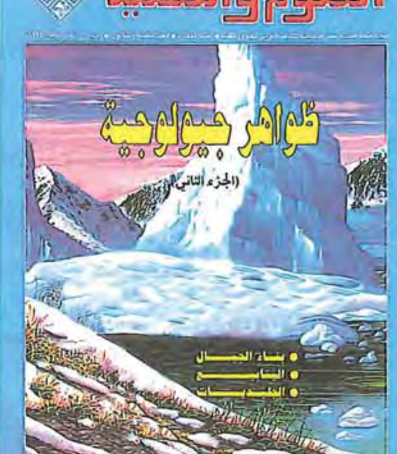
محتويات العدد (٣٧)

* علم المناعة.
* خلايا الجهاز المناعي.
* الأجسام المضادة ومستضداتها.
* الجهاز المتمم ووظائفه.
* المناعة ضد الامراض المعدية.
* الجهاز المناعي وأمراض الحساسية.
* أمراض المناعة الذاتية. * الإيدز.
* مناعة الأورام. * التطعيم.



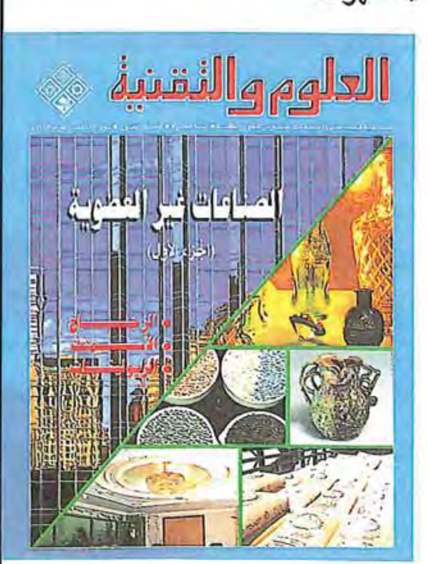
محتويات العدد (٣٨)

* ظواهر جيولوجية.
* الزمن الجيولوجي.
* المتداخلات النارية.
* الطي والتصدع.
* الانجراف القاري.
* تكتونية الصفائح.
* الكثبان الرملية.
* الكهوف.



محتويات العدد (٣٩)

* الأحافير. * بناء الجبال.
* التجوية. * الانخسافات.
* الجليديات. * الينابيع.



محتويات العدد (٤٠)

* الصناعات غير العضوية. * الزجاج.
* الالياف غير العضوية (١). * الزيوليتات.
* الخزف. * مركبات سيليكونية أوليه.
* صناعة الأسمنت.

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص.ب ٦٠٨٦ـ الرياض ١١٤٤٢ـ ت ٤٨٨٣٤٤٤ ـ فاكس ٤٨٨٣٧٥٦

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
تليفون ٤٨٨٣٤٤٤ / ١٤٠ ـ فاكس ٤٨٨٣٧٥٦

في

العدد المقبل

الصناعات غير العضوية






مبنى مختبرات مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية



مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة الحادية عشر • العدد الثاني و الأربعون • ربيع الآخر ١٤١٨هـ / سبتمبر١٩٩٧م.

الصناعات غير العضوية

(الجزء الثالث)

- المحفزات
- مركبات الصوديوم
- الأحماض

العلوم والتقنية



المشرف العام

د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. عبد الرحمن العبد العالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم المعتاز

د. محمد أمين أمجد

د. محمد فاروق أحمد

د. أشرف الخيري

* * *

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

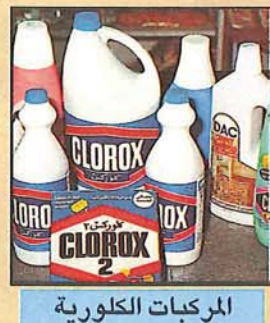
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد



المركبات الكلورية



الفسفور ومركباته



الأحماض غير العضوية

المراسلات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia



قراءنا الأعزاء

لقد وضع القائمون على مجلة العلوم والتقنية نصب أعينهم — عندما فكروا في إصدارها — أن تأخذ مكاناً بارزاً بين المجلات العلمية العربية التي تصدر داخل وطننا العربي الكبير، سواء من حيث المحتوى العلمي، أو من حيث أسلوب وطرح المادة العلمية، وقد بلغت - ولله الحمد - مستوى مشرفاً يدفعنا إلى بذل مزيد من الجهد حتى تتحقق طموحاتنا.

قراءنا الأعزاء

يسرنا أن نضع بين أيديكم العدد الثاني والأربعون والذي يمثل الحلقة الأخيرة من سلسلة الصناعات غير العضوية، آملين أن نكون قد وُفّقنا في تغطية الموضوع تغطية تشبع نهم القارئ، وتروي عطشه للعلم والمعرفة، وتحقق ما نصبو إليه.

قراءنا الأعزاء

يصدر هذا العدد حاملاً بين دفتيه الموضوعات الأخيرة من الصناعات غير العضوية مشتملاً على:- الصناعات النووية (٢)، ومركبات الصوديوم، والفوسفور ومركباته، والمركبات الكلورية، والأحماض، والمحفزات، والغازات الصناعية، والأسمدة البوتاسية، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد، راجين أن نتلقى اقتراحاتكم وآراءكم لتحقيق أهدافنا وطموحاتنا، شاكرين لكم حسن تجاوبكم.

والله من وراء القصد ،،،

العلوم والتقنية

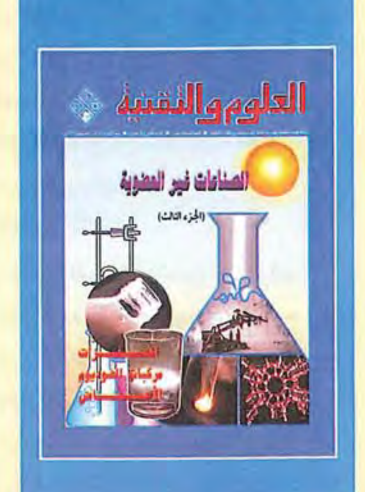


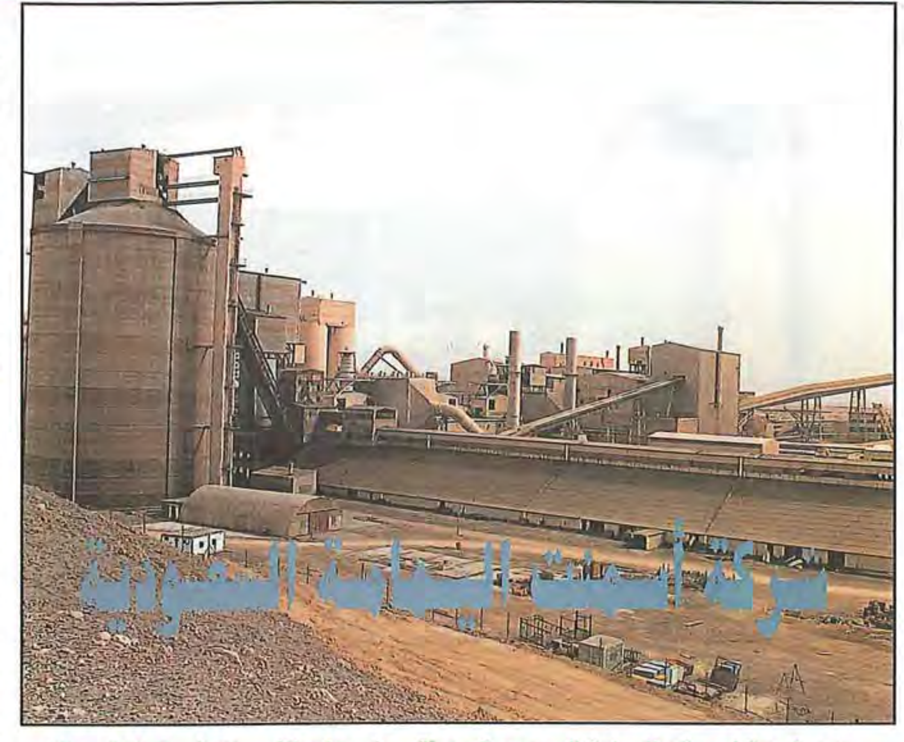
سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
د. محمد حسين سعد
أ. محمد ناصر الناصر
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والاخراج

طارق يوسف
عبد السلام ريان
عرفة السيد العزب





تعد شركة أسمنت اليمامة السعودية من أقدم شركات الأسمنت في المملكة، والتي ساهمت ومازالت تساهم بدرجة فاعلة في تصنيع وتوفير تلك المادة البالغة الأهمية في مجال البناء والتشييد. تم الترخيص لها كشركة مساهمة سعودية في عام ١٣٧٩هـ الموافق ١٩٥٩م لاستخراج وصناعة الأسمنت بالمنطقة الوسطى، وبدأت مرحلة الإنتاج بتاريخ ٢٧/٦/١٣٨٦هـ الموافق ١٢/١٠/١٩٦٦م بخط إنتاج واحد وبطاقة إنتاجية قدرها ٩٠٠ ألف طن/ سنة من مادة الكلنكر (حوالي ٩٥٠ ألف طن أسمنت /سنة)، ثم توالت التوسعات بعد ذلك حتى وصل إنتاج الشركة إلى ٢,٨٦ مليون طن أسمنت /سنة) وذلك في عام ١٩٩٧م.

يعمل مؤسسو الشركة ومنذ الإعلان عن قيامها على تطبيق الأسس والمبادىء الواردة في النظام الأساسي للشركة، وذلك في سبيل تحقيق الأهداف التالية:

١- المساهمة في تحقيق الاكتفاء الذاتي من مادة الأسمنت بالمملكة.

٢- استثمار رأس المال الوطني بشكل مربح.

٣- توطين الصناعة الثقيلة بالمملكة.

٤- استقطاب وتدريب الكوادر الوطنية.

٥- المساهمة في دعم الأنشطة الوطنية والأعمال الخيرية والإنسانية.

٦- تفعيل دور المنظمات العربية والخليجية العاملة في مجال إنتاج الأسمنت ومواد البناء من خلال المشاركة الفاعلة في المؤتمرات والمنظمات العربية والدولية في هذا الخصوص.

الأقسام الرئيسية بالشركة

إضافة إلى الأقسام الإدارية والمالية بالشركة فإن هناك العديد من الأقسام الفنية التي سيتم الإشارة إليها من خلال استعراض مراحل إنتاج الأسمنت بالشركة، وذلك على النحو التالي:

● إعداد المواد الخام

يتمثل نشاط الشركة في تلك المرحلة، ومن خلال إدارة المحاجر، في تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة بغرض توفير المواد الخام دون انقطاع، إضافة إلى مراقبة الجودة النوعية لتلك المواد الخام، وسحب عينات منها وإرسالها إلى المختبرات لتحليلها ومعرفة مدى مطابقتها للمواصفات، بعدها تدخل المواد الخام - بنسب محددة يتحكم بها الحاسب الآلي - إلى طواحين خاصة يتم فيها تحويل تلك المواد إلى مسحوق على درجة عالية من النعومة، ومن ثم ينقل المسحوق إلى خزانات التجانس لخلطه بواسطة الهواء.

● إنتاج مادة الكلنكر

بعد الانتهاء من طحن المواد الخام يتم إدخالها وبكميات معينة (توزن بموازين خاصة) إلى الأفران الدوارة (القمائن)، وهي عبارة عن إسطوانات معدنية ضخمة مبطنة من الداخل بطوب حراري خاص، وتتفاوت الأفران من حيث الطول والقطر والتقنية المستخدمة، فمنها الصغير الذي لايتجاوز إنتاجه ٣٠٠ طن / يوم، ومنها ما يصل إنتاجه إلى ٣٠٠٠ طن/يوم، والبعض الآخر قد يصل إنتاجه إلى ١٠٠٠٠طن/يوم. ويساعد ميل تلك الأفران نحو منطقة الاحتراق على انزلاق المواد فيه بالتدريج نحوها مروراً بمناطق السلاسل والتكلس والتلبد ومن ثم الاحتراق، حيث تصل درجة الحرارة في تلك المنطقة إلى أكثر من ١٥٠٠م عندها تأخذ المواد في التحول إلى الكلنكر (ويستعمل عادة الزيت الخام كوقود للأفران)، ثم تخرج تلك المادة على هيئة كرات داكنة تبلغ درجة حرارتها ١٣٠٠م، ثم تنقل إلى المبردات لخفض درجة حرارتها إلى ٤٠م، ومن ثم تخزينها تمهيداً لإدخالها إلى طواحين الأسمنت. والجهة المسؤولة في المصنع عن تلك المرحلة هي أقسام الأفران والمبردات.

● إنتاج الأسمنت

يتم في هذه المرحلة طحن كرات الكلنكر مع نسبة معينة من الجبس تتراوح ما بين ٣٪ إلى ٤٪ في طواحين تستخدم فيها كور للطحن تساهم في سحق الكلنكر مع الجبس لتتحول إلى مسحوق فائق النعومة وهو ما يطلق عليه اسم الأسمنت،

(للتأكد من جودة الناتج النهائي يتم وبصفة مستمرة قياس درجة النعومة)، وأقسام المصنع ذات العلاقة بتلك المرحلة هي طواحين الأسمنت.

● التعبئة

يتم تعبئة الأسمنت بالمصنع آلياً بطريقتين، الأولى تعبأ في أكياس ورقية سعة كل منها ٥٠ كجم، والأخرى يعبأ سائباً في الصهاريج المقطورة، وحفاظاً على حقوق العملاء بضمان أدوارهم في استلام الكميات المباعة لهم بدقة وفي مواعيدها، فإنه يتم ضبط دخول الشاحنات والصهاريج إلى ساحات التعبئة بالمصنع وتسجيل أوزانها للتأكد من مطابقة الحمولة قبل مغادرة المصنع، ويتم تسجيل جميع تلك المعلومات بالحاسب الآلي. وهذه المرحلة يشرف عليها قسمي التعبئة والتسليمات.

● العمليات المصاحبة

إضافة إلى تلك المراحل التي تتم داخل المصنع، فإن هناك العديد من العمليات المصاحبة لعملية الإنتاج، وهي على النحو التالي:

* **التركيب والصيانة**: وتقوم بها الأقسام الميكانيكية، والكهربائية التابعة، حيث تتولى فرق الصيانة القيام بأعمال الصيانة الوقائية والدورية لمنع حدوث أعطال كبيرة تعيق استمرار العملية الإنتاجية بالمصنع.

* **توفير قطع الغيار**: حيث تشتمل مستودعات الشركة على أكثر من ٧٠ ألف صنف من قطع الغيار تزيد قيمتها على ١٥٠ مليون ريال.

* **مراقبة الجودة والتحكم في النوعية**: وتتولى تلك العمليات أقسام المختبرات المزودة بأحدث أجهزة الحاسب الآلي، حيث يتم تحليل العينات التي تجمع آلياً من كل مرحلة من مراحل الإنتاج، كماتتولى تلك الأجهزة إعطاء التعليمات اللازمة لتعديل الكميات الداخلة في الإنتاج للوصول في النهاية إلى الأسمنت المطابق للمواصفات السعودية والعالمية، وسعياً للتأكد من جودة المنتج يقوم الفنيون بأخذ العينات يدوياً وتحليلها لمطابقتها مع نتائج الحاسب الآلي. كما يتم فحص الخواص الفيزيائية للأسمنت المنتج وتحديد مدى مطابقتها للمواصفات المطلوبة في هذا الخصوص. وزيادة في التثبت من مواصفات المنتج تقوم مختبرات الشركة بإرسال عينات لتحليلها لدى المختبرات العالمية المشهود لها بالكفاءة.

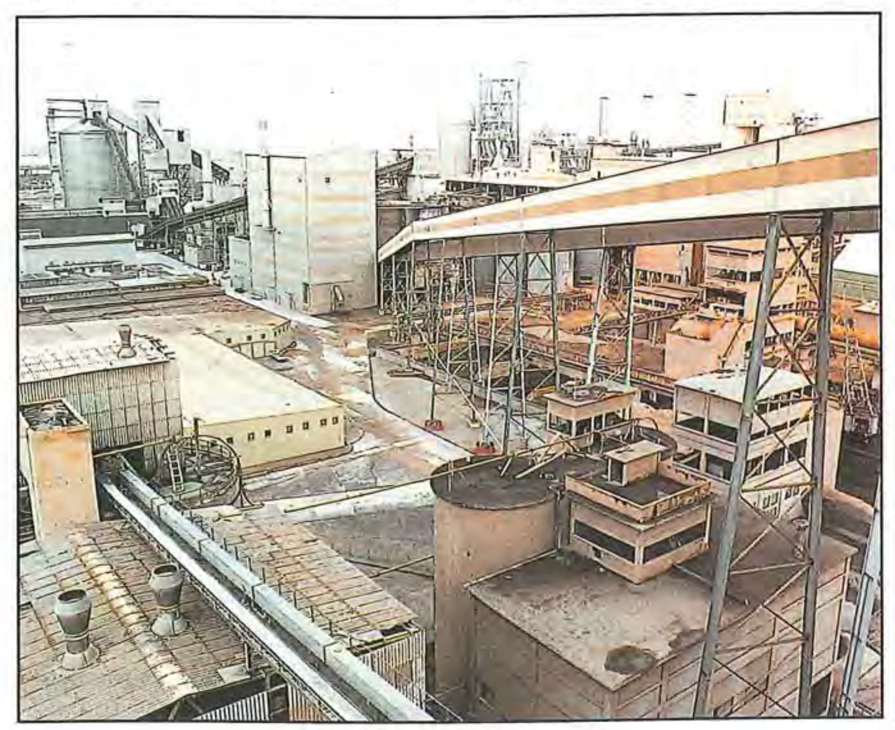
وللحد من الآثار البيئية التي تنشأ عادة عن مثل تلك الصناعة فقد تم بالتعاون مع مصلحة الأرصاد وحماية البيئة تركيب أجهزة للتحكم والسيطرة على كمية الغبار المتصاعد من مداخن الأفران بوساطة مرشحات ليكون ضمن الحدود المسموح بها عالمياً في هذا المجال.

* **الأعمال المدنية**: ويتولاها قسم الأعمال المدنية، وتتمثل في أعمال الإنشاءات والصيانة.

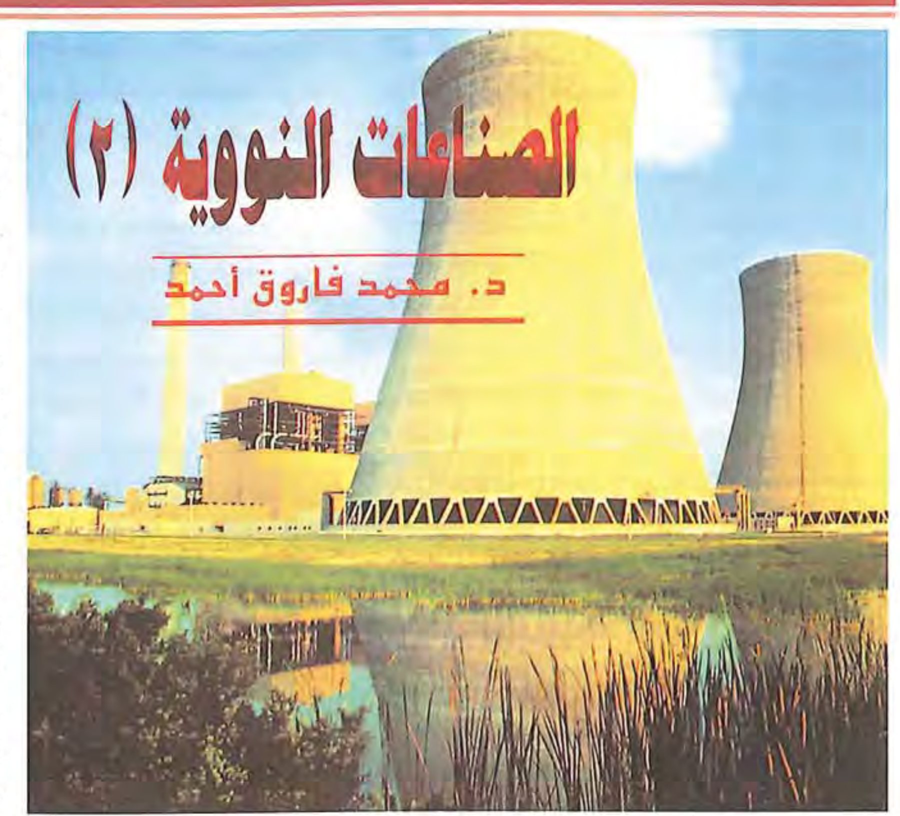
* **إنتاج الكهرباء والماء**: ويوجد بالمصنع محطة خاصة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٥٥ ميجاوات، كما يوجد محطة خاصة لتنقية المياه وتغطية احتياجات المصنع منها.

* **إنتاج أكياس التعبئة**: وتتم عن طريق مصنع خاص بالشركة ينتج ٣٠ مليون كيس ورقي على مدار العام في وردية واحدة تحقق الاكتفاء الذاتي للشركة من تلك الأكياس، كما يمكن مضاعفة الإنتاج عند الحاجة.

* **الخدمات الادارية المساندة**: وتشمل إدارة القوى البشرية، وتتولى إعداد وتدريب الكوادر الفنية الوطنية، وكذلك مركز التدريب الذي يقوم بتدريب تلك الكوادر وهم على رأس العمل بالمصنع، كما تشمل أيضاً الخدمات الصحية (إسعافية وعلاجية) وتأمين نظام علاجي لمنسوبي الشركة بالمستشفيات التي تتعامل معها الشركة، إضافة إلى قسم للأمن والأمن الصناعي، وقسم للتغذية يشرف على إعداد الوجبات الغذائية الصحية للعاملين وتقديمها لهم بأسعار رمزية، وقسم للخدمات الاجتماعية يتولى الإشراف على المساجد والنوادي والملاعب بالشركة وتنظيم الأنشطة والمسابقات الرياضية للعاملين وأسرهم.



● جانب من مصنع أسمنت اليمامة



الصناعات النووية (٢)

د. محمد فاروق أحمد

لا شك أن الصناعات النووية لا تقف عند إستكشاف واستخراج ومعالجة الخامات النووية ـ اليورانيوم في هذه الحالة ـ التي تم تناولها سابقاً ولكن يلي ذلك عدة خطوات صناعية تشمل معالجة الكعكة الصفراء بتحولها إلى أكسيد اليورانيوم (U_3O_8) ومن ثم إثراءها لإنتاج الوقود النووي اللازم لتوليد الطاقة ، يلي ذلك تخزين الوقود المستهلك وإعادة معالجته .

من جانب آخر تتضمن الصناعات النووية إنتاج النظائر المشعة للأغراض السلمية المختلفة في الطب والزراعة والصناعة وغيرها . ويمكن تفصيل الخطوات المتبقية من الصناعات النووية فيما يلي :

معالجة الكعكة الصفراء

لا تستخدم الكعكة الصفراء مباشرة كوقود نووي للمفاعلات وإنما تخضع لعدد كبير من المعالجات والعمليات التي تهدف إلى تنقيتها من الشوائب وتحويلها إلى الصورة المطلوبة للوقود النووي . ويطلق على المصانع التي تقوم بهذه العمليات والمعالجات مرافق التحويل (Conversion Facilities) أو مرافق المعالجة (Processing Facilities) .

وفي هذه المرافق تخضع الكعكة الصفراء لعمليات طرد مركزي وتجفيف تهدف إلى تنقيتها من بعض الشوائب ثم تخضع بعدها لعمليات معالجة حرارية لتحويل ثنائي اليورانات (الصوديومية أو الأمونيومية) إلى أكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) الذي يخضع لبعض المعالجات الحرارية لتحويله إما إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) ، الذي يمكن استخدامه كوقود لبعض أنواع المفاعلات التي تعمل باليورانيوم الطبيعي ، أو إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) لإجراء عملية إثراء اليورانيوم الطبيعي باليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ لإنتاج عناصر الوقود للمفاعلات التي تعمل باليورانيوم المثري .

وتتمثل عملية التنقية في فصل الشوائب الموجودة في أكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) مثل البورون والكادميوم ومركبات الكلور وعدد آخر من العناصر الأرضية النادرة . ومما ييسر عمليات تنقية اليورانيوم أن هذا العنصر يتميز بخاصيتين فريدتين تمكن من فصله بدرجة نقاوة عالية وهما :

ـ أن اليورانيوم يكوّن بسهولة مركبات يمكن استخلاصه منها بالمذيبات العضوية غير القابلة للامتزاج بالماء .

ـ أن اليورانيوم يكّون مركبات معقدة عضوية متعادلة كهربائيا وقابلة للذوبان مع مذيب أو مع عامل مساعد آخر .

وهناك طرائق مختلفة لتنقية اليورانيوم منها طريقتان تستخدمهما الولايات المتحدة الأمريكية وتقومان على الإستخلاص بالمذيبات هما :

ـ استخلاص نترات اليورانيل (UO_2NO_3) من المحلول المائي باستخدام مذيبات عضوية مؤكسدة مثل الإيثير ثنائي الإيثيل (Diethyl Ether) والفوسفات ثلاثي البوتايل (Tributyl Phosphate) وغيرهما .

ـ استخدام بيروكسيد اليورانيوم المائي ($UO_4 2H_2O$) الذي يترسب من المحاليل ضعيفة الحمضية لأملاح اليورانيل بوساطة بيروكسيد الهيدروجين . وبعد عمليات التنقية يتم الحصول على اليورانيوم في صورة نقية لأكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) .

الإثراء وصناعة الوقود

يعد أكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) بعد التنقية المادة الأساسية لصناعة الوقود النووي ، وهو يحول إما إلى ثاني أكسيد يورانيوم (UO_2) أو سادس فلوريد يورانيوم (UF_6) قبل عملية الإثراء ، ومن أسباب تحويل أكسيد اليورانيوم إلى سادس فلوريد اليورانيوم (UF_6) ما يلي :

ـ يتخذ مركب سادس فلوريد اليورانيوم الأطوار الثلاثية للمادة وهي الصلبة والسائلة والغازية بسهولة شديدة . فعند درجة حرارة الغرفة يكون المركب في حالته الصلبة عند الضغط العادي . وعند الوصول إلى درجة حرارة ٦٤°م وضغط يساوي ٢٢ باسكال يتبخر المركب ويتخذ الصورة الغازية ، وهي الصورة المثالية لعمليات المعالجة والإثراء بالطرق المختلفة . وفضلا عن ذلك يتسامى المركب عند درجة حرارة حوالي ٥٦,٥°م .

ـ الفلور الموجود في الطبيعة لا يوجد له

سوى نظير وحيد هو الفلور ١٩ بذلك يكون سادس فلوريد اليورانيوم هو المركب الوحيد لليورانيوم الذي لا يعتمد فيه وزنه الجزيئي إلا على نظير اليورانيوم ذاته وبذلك تسهل عمليات الفصل لنظائر اليورانيوم ، وهناك طريقتان لتحويل أكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) إلى سادس فلوريد اليورانيوم هما :

ـ **الفلورة الجافة** (Dry hydrofluor process) .

ـ **التحويل بالمذيبات (العملية الرطبة)** .

وللاختصار سوف يكتفي بشرح العملية الأولى باختصار شديد وتتمثل في الآتي :

طحن أكسيد اليورانيوم الأسود وتحويله إلى مسحوق ناعم للغاية ، ثم يدفع المسحوق إلى مفاعل كيميائي تتراوح درجة الحرارة داخله بين ٥٥٠ إلى ٦٥٠°م حيث يختزل الأكسيد بواسطة الهيدروجين ليكون ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) بني اللون الذي ينتقل إلى مفاعلين متتابعين لإحداث الفلورة عند درجة حرارة حوالي ٥٠٠ ـ ٥٤٠°م ، ويتكون رابع فلوريد اليورانيوم وفقاً للمعادلة :

$$UO_2 + 4HF \xrightarrow{520\,^{\circ}c} UF_4 + 2H_2O$$

يتميز رابع فلوريد اليورانيوم بأنه ملح أخضر اللون غير قابل للتطاير ونقطة غليانه عالية (تبلغ حوالي ٩٥٠°م) . أما في المفاعل الثاني فيخلط رابع فلوريد اليورانيوم من جديد مع غاز الفلور (F) ليتكون سادس فلوريد اليورانيوم وفقاً للتفاعل :

$$UF_4 + F_2 \longrightarrow UF_6$$

● إثراء اليورانيوم

يحتوي اليورانيوم الطبيعي على نظيرين هما اليورانيوم ٢٣٨ ، واليورانيوم ٢٣٥ . وتبلغ نسبة اليورانيوم ٢٣٨ في اليورانيوم الطبيعي ٩٩,٢٨٪ في حين تبلغ نسبة (وفرة) اليورانيوم ٢٣٥ حوالي ٠,٧٢٪ . ولا يعد اليورانيوم ٢٣٨ من المواد الإنشطارية وإنما يصنف ضمن المواد القابلة للانشطار حيث أنه لا ينشطر إلا بالنيوترونات السريعة ، أما اليورانيوم ٢٣٥ فينشطر بالنيوترونات البطيئة والحرارية وكذلك السريعة . لذلك فإنه يصنف من المواد الإنشطارية . وحيث أن احتمال امتصاص النيوترون الحراري (أو البطيء) أكبر أضعافاً مضاعفة من إحتمال إمتصاص النيوترون السريع في اليورانيوم تستخدم معظم أنواع المفاعلات وقوداً يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ ، وهما من المواد الإنشطارية . وتعرف عملية زيادة نسبة اليورانيوم ٢٣٥ في اليورانيوم عن النسبة الطبيعية أو عملية إضافة البلوتونيوم ٢٣٩ إلى اليورانيوم الطبيعي بعملية الإثراء . وبالنسبة للمفاعلات العاملة حالياً في العالم يستخدم وقود من اليورانيوم المثري بنسب اثراء تتراوح بين ٢ إلى ٤٪ في حين يلزم لتشغيل بعض أنواع المفاعلات (كمفاعلات الحرارة العالية والمفاعلات الولودة السريعة) نسب إثراء تصل إلى ٩٣٪ .

وتقوم عملية الإثراء على استخدام الفوارق الطفيفة بين كتلة جزىء سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وسادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ فنسبة كتلة الجزىء الأول إلى الثاني تبلغ (٢٣٨+ ٦ × ١٩) / (٢٣٥ + ٦ × ١٩) = ١,٠٠٤٢٨٩ .

وتستخدم جميع مصانع الفصل هذا الاختلاف الطفيف بين الكتل أو الاختلاف بين خصائص إمتصاص الأشعة بين الجزيئين . وهناك عدد من الطرق المستخدمة في عمليات الفصل والإثراء ، أكثرها انتشاراً ما يلي :

* **طريقة الانتشار الغازي :** وتستخدم في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي السابق وفرنسا . وتقوم الطريقة على إختلاف القدرة الإنتشارية خلال غشاء (حاجز) خاص لكل من غاز سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ ، وسادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ حيث يزيد معامل الانتشار للغاز الأخف قليلاً عنه للغاز الأثقل . ويتكون الحاجز المستخدم (الغشاء) من سبيكة معينة من عدد من العناصر (كالفضة والخارصين وغيرهما) يحتوي على عدد هائل من المسام الضيقة (حوالي ٩١٠ مسام لكل ١سم٢) . وحيث أن طاقات جزيئات الغاز (E) تتناسب طردياً مع درجة الحرارة T ، (E = KT) ، ودرجة الحرارة واحدة للغازين . وحيث أن الطاقة الحركية تساوي نصف الكتلة في مربع السرعة تكون سرعات جزيئات سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٥ أعلى بفرق طفيف من سرعات جزيئات سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وقد بلغ معامل الإثراء لمرحلة الإثراء الواحدة بطريقة الانتشار الغازي ١,٠٠٢ وليس ١,٠٠٤ المحسوبة وذلك لعدة أسباب لا يتسع المقال لذكرها (معامل الفصل هو نسبة وفرة اليورانيوم ٢٣٥ في اليورانيوم بعد وقبل المرحلة) .

* **الإثراء بالطرد المركزي للغازات :** وينتشر استخدامه في كل من المملكة المتحدة وهولندا وألمانيا . وتتميز هذه العملية باستهلاك طاقة أقل كثيراً من الطاقة المستهلكة لعملية الانتشار الغازي (حوالي ٥٪ من الطاقة فقط) .

* **الإثراء بالفوهات الحادة :** تستخدم هذه الطريقة في بعض الدول كالبرازيل وتقوم على دفع خليط من سادس فلوريد اليورانيوم والهيدروجين أو الهليوم بسرعات عالية للغاية عبر مسار (جدار) منحن . ويتم فصل النظير بوضع فوهة حادة في هذا المسار لا يتجاوز سمكها ٢٠ ميكرومتر حيث يكون تركيز اليورانيوم ٢٣٥القريب من الجدار مختلفا إختلافا طفيفاً عن تركيزه بعيدا عن الجدار .

* **عملية الفصل بالليزر :** وهي أحدث طرق الفصل ، وقد بدأ تنفيذها في بعض الدول كالولايات المتحدة واليابان وغيرها ، وتقوم على إثارة ذرات اليورانيوم ٢٣٥ في جزىء سادس فلوريد اليورانيوم دون ذرات اليورانيوم ٢٣٨ في الجزىء المتكون من سادس فلوريد اليورانيوم ٢٣٨ ، وذلك باستخدام حزمة محددة الطاقة من أشعة الليزر . ويسهل بالتالي فصل الجزيئات التي أثيرت ذراتها عن تلك التي لم تثار .

● إنتاج الوقود النووي

لا يستخدم سادس فلوريد اليورانيوم كوقود للمفاعلات إلا في نوع واحد منها هو مفاعل الطور الغازي المتجانس ، الذي لا يستخدم كمفاعل لتوليد الطاقة الكهربائية وإنما كمفاعل أبحاث . لذلك يتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم ، بعد إثرائه ، إلى الصورة المستخدمة لصناعة الوقود النووي وهي ثاني أكسيد اليورانيوم UO_2

في غالبية المفاعلات .

وخلال عمليات تحويل سادس فلوريد اليورانيوم المثري إلى ثاني أكسيد اليورانيوم توجه العناية الكاملة إلى تلافي تجمع الكتلة الحرجة من الوقود النووي المثري منعا لحدوث أي إنفجار نووي تلقائي عند تجمع هذه الكتلة . ويتم ذلك بمعالجة كتل محدودة من الوقود واستخدام أحجام صغيرة من الأوعية التي تجمع فيها كتل الوقود النووي مع استخدام السموم النيوترونية (أي المواد المصاصة للنيوترونات مثل البورون والكادميوم) وفضلا عن ذلك توضع كتل الوقود داخل أوعية مدرعة لامتصاص إشعاعات جاما المنطلقة من اليورانيوم ٢٣٥ (حيث لا يصدر اليورانيوم ٢٣٨ سوى كميات ضئيلة للغاية من هذه الإشعاعات) .

وهكذا ينقل سادس فلوريد اليورانيوم من مصنع الإثراء في أوعية من الصلب صغيرة الحجم وتتحمل ضغوطاً عالية وتكون المادة (UF_6) في حالتها الصلبة . ويتم تحويل سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم في مصنع إعادة التحويل كالآتي :

- وضع أوعية الصلب الاسطوانية الصغيرة المحتوية على سادس فلوريد اليورانيوم المثري في فرن حتى يتسامي (UF_6) ويتحول إلى الصورة الغازية.
- سحب غاز سادس فلوريد اليورانيوم خلال الماء حيث يتفاعل معه ويكون فلوريد اليورانيل (UO_2F_2) كمحلول مائي .
- خلط محلول فلوريد اليورانيل الناتج من الخطوة السابقة مع ماء الأمونيا فيترسب اليورانيوم في صورة ثنائي يورانات الأمونيوم ($(NH_4)_2U_2O_7$) .
- تجفيف الراسب وتحميصه عند درجات حرارة عالية حتى يتكون أكسيد اليورانيوم الأسود (U_3O_8) المثري .
- طحن الأكسيد حتي يصبح مسحوقاً ناعماً ثم اختزاله بواسطة الهيدروجين ليتكون ثاني أكسيد اليورانيوم المثري (UO_2) .

وتجدر الإشارة إلى أنه يحدث خلال هذه السلسلة من العمليات فقد في اليورانيوم المثري يبلغ حوالي ٠,٥٪ .

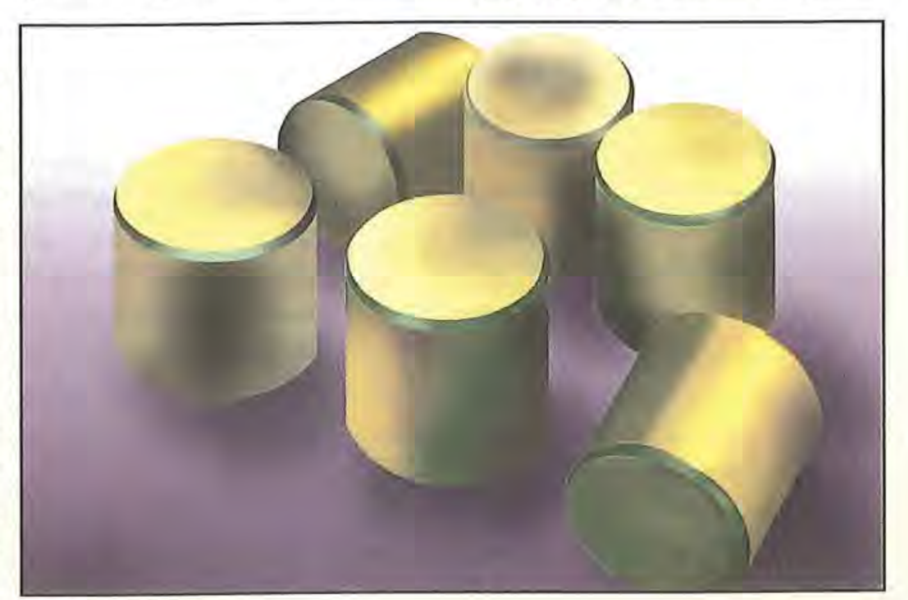
يجهز الوقود النووي - عادة - في صورة أقراص من ثاني أكسيد اليورانيوم المثري حيث يطحن الأكسيد إلى درجة نعومة عالية للغاية ثم يخلط مع مادة عضوية لاصقة تساعد على تماسكه ، ويستخدم لهذا الغرض كحول البولي فينيل (Polyvinyl Alchol) ثم يكبس المسحوق مع المادة اللاصقة بواسطة مكبس هيدروليكي في صورة أقراص تعرف بالأقراص الخضراء ثم تعرض لدرجة حرارة عالية - حوالي ١٥٥٠ - ١٧٠٠ْم - في وجود الهيدروجين لمدة ٢٤ ساعة حتى يتلبد القرص وتصل كثافته إلى حوالي ٩٠ - ٩٨٪ من الكثافة المطلوبة . تخضع الأقراص بعد ذلك لعمليات صقل داخل أسطح إسطوانية ثم تغسل وتجفف بينما تخضع لسلسلة طويلة من الاختبارات الميكانيكية والحرارية لتأكيد جودتها .

وتجدر الإشارة إلى أن أحجام الأقراص تختلف باختلاف عنصر الوقود ونوع المفاعل المستخدمة فيه . وعموماً يتراوح قطر القرص بين ٨,٣٠ و ١٠,٢٧٤مم . وتشكل قاعدة القرص السفلية والعلوية بحيث تتكون فجوة صغيرة بين كل قرص والذي يعلوه ، وذلك لاستيعاب نواتج الانشطار عند بدء تشغيل المفاعل واستخدام الوقود ولتوفير حيز فاصل بين سطح القرص الإسطواني وسطح الغلاف الذي يحتويه ، حتى لا يتشوه سطح القرص بسبب الاختلاف في معدلات توليد الحرارة وسريانها . ويبين شكل أقراص الوقود الجاهزة للاستخدام .

● تغليف أقراص الوقود

تغلف أقراص الوقود - قضبان الوقود النووي - بأغلفة اسطوانية مصنوعة من سبيكة يطلق عليها سبيكة الزركونيوم ، وتتمثل أهمية الغلاف في منع تآكل الأقراص عند إحتكاكها بمادة المبرد في المفاعل ، واستيعاب التغيرات في حجم القرص وتوفير سطح جيد التوصيل لنقل الحرارة إلى المبرد . ويجب أن تحقق مادة الغلاف جميع هذه المتطلبات فضلاً عن عدم تأثرها بالتشعيع بالنيوترونات الناتجة عن الانشطارات النووية وعدم تغير خصائصها به . كذلك يجب أن تتميز مادة الغلاف بمقطع عرضي (أي احتمال) صغير لامتصاص النيوترونات الحرارية حتى لا تنخفض كثافة هذه النيوترونات داخل المفاعل ، وبمقاومة عالية للتآكل .

وقد استخدم الصلب غير القابل للصدأ (صلب ٣٠٤) كمادة غلاف وما زال مستخدما في بعض المفاعلات المبردة بالصوديوم المنصهر . إلا أنه نظراً لارتفاع المقطع العرضي لامتصاص النيوترونات في الصلب فإنه لا يفضل كمادة للغلاف . ويعد البريليوم (نقطة انصهاره ١٢٨٠ْم) و الزركونيوم (نقطة انصهاره ١٨٤٥ْم) من الفلزات التي تتحمل درجات حرارة عالية دون انصهار . لذلك يفضل



● أقراص الوقود النووي .

أنواع المفاعلات	الأبعاد بالمليمتر وفقا لعدد قضبان الوقود			
	٩ × ٩	٨ × ٨	١٥ × ١٥	١٦ × ١٦
١ ـ مفاعلات الماء المغلي				
ـ قطر القرص	٩,٠٥٥	١٠,٢٧٤	–	–
ـ قطر الغلاف	١٠,٧٧٠	١٢,٢٩٤	–	–
ـ سمك الجدار	٠,٧٦٧٢	٠,٨٨٩	–	–
٢ ـ مفاعلات الماء المضغوط				
ـ قطر القرص	–	–	٩,١	٨,٣
ـ سمك الجدار	–	–	٠,٦	٠,٦

● جدول (١) الأبعاد الهندسية لأقراص وقضبان الوقود لبعض المفاعلات .

الزركونيوم لعمل الغلاف حيث تخلط نسبة صغيرة للغاية من كل من الكروم والنيكل والحديد لتكوين سبيكة الزركونيوم المستخدمة حالياً لتغليف أقراص الوقود في مفاعلات الماء الخفيف والماء المضغوط . ويحتاج تصنيع هذه السبيكة وتنقية الزركونيوم من الشوائب الموجودة فيه مثل الهافنيوم وغيره إلى عمليات فصل كيميائية وإلى توفر صناعات فلزية متطورة . ويتم إعداد الغلاف في صورة قضيب اسطواني بالقطر والطول المطلوبين . ويبين جدول (١) الأبعاد الهندسية لأقراص الوقود والقضبان لبعض أنواع المفاعلات .

وبعد إعداد الغلاف الاسطواني (القضيب) بالأبعاد اللازمة يتم لحام أحد طرفيه ثم يخضع لسلسلة من الفحوص والاختبارات للتأكد من صلاحيته وعدم حدوث أي تسرب للغازات منه . بعد ذلك يركب في الطرف الملحوم للقضيب زمبرك سفلي ويوضع في آلة اللحام وترص أقراص الوقود بداخله ثم يركب فوقها الزمبرك العلوي . وقبل لحام الطرف العلوي يفرغ القضيب تماماً من الهواء ويملأ بغاز الهليوم الخامل تحت ضغط معين يتوقف على نوع المفاعل الذي سيستخدم القضيب فيه .

والهدف من وجود زمبركين أحدهما علوي والآخر سفلي هو حصر أقراص الوقود متلامسة بين الزمبركين وعدم السماح بتحركها داخل القضيب . أما سبب تفريغ القضيب من الهواء واستبداله بالغاز الخامل (الهليوم) فهو منع حدوث تأكسد لثاني أكسيد اليورانيوم الذي يمكن أن يتأكسد بسهولة في وجود الأكسجين وعند درجات الحرارة داخل المفاعل النووي.

وبعد التأكد من سلامة القضيب وعدم وجود أي تسرب منه يوضع في حمام من خليط من حمض النيتريك وحمض الهيدروفلور ثم يعرض بعد إخراجه من الحمام لبخار ماء تحت ضغط شديد فتتكون عليه طبقة خارجية رقيقة للغاية مقاومة للتآكل .

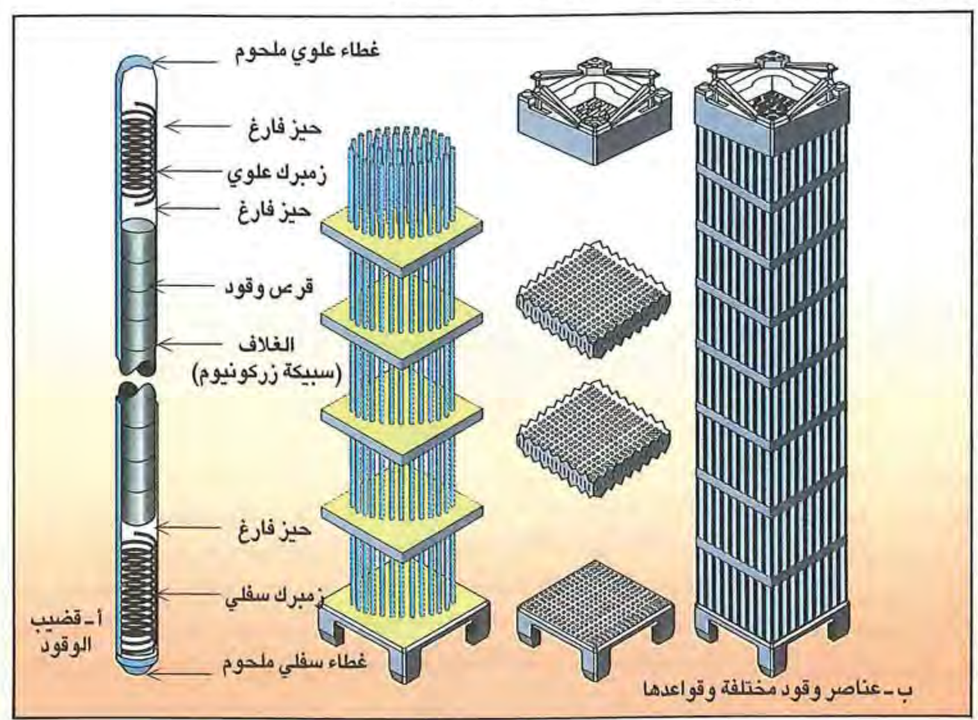
● تجميع قضبان الوقود

تجمع قضبان الوقود في مجموعات يطلق على الواحد منها مصطلح عنصر (مجمع) الوقود . ويضم العنصر الواحد عدداً من قضبان الوقود المتوازية والمتوزعة في شبيكة (نظام) هندسي معين شكل (١) . وفي أغلب الأحيان تكون الشبيكة تربيعية وتتضمن عددا من القضبان (٨ × ٨ أو ٩ × ٩ أو ١٥ × ١٥ أو غيرها) يعتمد على نوع المفاعل . وعند شحن المفاعل النووي بعناصر الوقود النووي ومكونات التشغيل الأخرى (عناصر التهدئة للنيوترونات والتبريد وعناصر التحكم والسيطرة) يصبح المفاعل النووي جاهزا للتشغيل .

توليد الطاقة

تتولد الطاقة في المفاعلات النووية نتيجة انشطار نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم . فانشطار نواة واحدة يتولد عنه طاقة مقدارها ٣,٢ × ١٠^-١١ جول وفي مفاعلات القدرة العاملة حالياً (باستثناء المفاعلات الولودة السريعة) تستخدم النيوترونات الحرارية الناتجة عن تهدئة (تخفيض سرعة) النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطارات النووية لشطر نوى اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ الموجود في الوقود النووي المثري . وعند انشطار جميع نوى (ذرات) جرام واحد من اليورانيوم ٢٣٥ تتولد كمية من الطاقة تبلغ حوالي ٨,٢ × ١٠^١٠ جول (أي حوالي ٢,٣ × ١٠^٤ كيلو واط . ساعة) .

ولإيضاح مدى ضخامة الطاقة المتولدة عن إنشطار نوى جرام واحد من اليورانيوم يكفي ذكر أن نفس كمية الطاقة المتولدة من هذا الجرام تكافيء الطاقة المتولدة عند حرق حوالي ٣ طن من الفحم أو حوالي ٢ طن من النفط.



● شكل (١) قضيب الوقود ، وعناصر (مجمعات) الوقود.

وتولد الطاقة في مفاعلات تختلف باختلاف المبردات والمهدئات كما يلي:

- المفاعلات المبردة بالغاز.
- مفاعلات الماء الخفيف.
- مفاعلات الماء المضغوط.
- مفاعلات الماء المغلي.
- مفاعلات الماء الثقيل.
- المفاعلات الولودة السريعة.

الوقود المستهلك وإعادة المعالجة

مع مرور الوقت تستهلك المادة الإنشطارية (اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩) الموجودة في أقراص وقضبان الوقود (باستثناء المفاعلات الولودة السريعة) ، وتتناقص بالتدريج لدرجة يصعب معها الاستمرار في تشغيل المفاعل والحصول منه على الطاقة بالقدرة المقننة . عندئذ يلزم استبدال عناصر الوقود المستهلك بأخرى جديدة تحتوي على نسبة الإثراء المطلوبة . وعموماً تختلف كمية الطاقة التي تنتجها عناصر الوقود باختلاف نوع المفاعل إلا أنه يمكن القول أن الطن الواحد من اليورانيوم المثري ينتج في المتوسط حوالي ٤٠ ميغا واط . ساعة قبل أن يصبح مستهلكا (يمكن إنتاج نفس كمية الطاقة بحرق ما يزيد على ١٦٠٠٠ طنا من الفحم الحجري الجيد) أو ما يزيد على ٨٠٠٠٠ برميل من النفط وبالنسبة لمفاعل نووي بقدرة ١٠٠٠ ميغا واط يتم استبدال ثلث كمية الوقود سنوياً وتخزن عناصر الوقود المستهلك بجوار المفاعل مباشرة إلى أن يتم إعادة معالجتها .

تخزين الوقود المستهلك

عند إخراج عناصر الوقود من المفاعل تكون شديدة الإشعاع بسبب وجود كميات هائلة من نواتج الانشطار المشعة فيها . وبفعل هذا النشاط الاشعاعي الهائل تتولد كميات هائلة من الحرارة . لذلك تنقل عناصر الوقود بسرعة وبطريقة آلية عند إخراجها من المفاعل إلى مرافق تخزين قريبة لتخزن إلى أن ينخفض نشاطها الاشعاعي والحرارة المتولدة عنه . وتتمثل هذه المرافق في برك وأحواض كبيرة وعميقة من الماء حيث يقوم الماء مقام الدرع الإشعاعي فيمتص الإشعاعات الصادرة من العناصر كما يقوم بعمليات التبريد والتبديد للحرارة . ويبقى الوقود المستهلك في هذه الأحواض والبرك مدة لا تقل عن خمسة أشهر ، وفي معظم الأحيان تزيد المدة عن ذلك كثيراً حيث تصل أحيانا إلى مدة تتراوح بين سنتين وسبع سنوات . وبعد مرور المدة المقننة ينقل الوقود إلى مصانع إعادة المعالجة أو إلى مرافق التخزين أو مرافق التخلص من النفايات . وعموماً فإنه بعد تخزين عناصر الوقود لمدة عامين يمكن نقلها من البرك والأحواض وتخزينها مدة أخرى في الهواء العادي داخل مخازن مدرعة مع توفير التبريد اللازم للهواء داخلها . ففي ألمانيا الغربية مثلا يتم إحتواء عناصر الوقود في حاويات من الصلب ذات جدران سميكة ، يبلغ ارتفاع الحاوية ستة أمتار وقطرها متران . وتقوم هذه الحاوية مقام وعاء النقل والدرع المصاص للإشعاعات المنبعثة ، وتتوفر بها قنوات غير مستقيمة للتهوية ونقل الحرارة .

إعادة المعالجة

يحتوي الوقود المستهلك ـ عادة ـ على خليط من المواد أو المادة القابلة للانشطار والمواد الانشطارية المتولدة فضلا عن الكميات الهائلة والمختلفة من النظائر المشعة الناتجة عن الانشطار . وبالنسبة لغالبية المفاعلات تبلغ نسب هذه المواد حوالي ٩٥٪ من اليورانيوم ٢٣٨ وحوالي ٥٪ من البلوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٥ الذي لم يستهلك وبعض نواتج الإنشطار شديدة الإشعاع والتي لم تتفكك بعد خلال مدة التخزين في البرك أو الأحواض نظرا لطول عمرها النصفي (من هذه النظائر السيزيوم ١٣٧ والاسترونشيوم ٩٠ وغيرها) .

وتهدف عمليات إعادة المعالجة عموما إلى فصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم عن نواتج الانشطار شديدة الإشعاع ، ثم فصل اليورانيوم بنظيريه ٢٣٨ ، ٢٣٥ عن البلوتونيوم تمهيداً لإعادة استخدام هذه المواد في المفاعلات العاملة أو في مفاعلات الأجيال الجديدة مثل المفاعلات الولودة السريعة .

وتعرف هذه المعالجات باسم بيوركس(PUREX) أي استرجاع البلوتونيوم واليورانيوم بالإستخلاص (Plutonim and Uranium Recovery by Extraction) ويوجد في الوقت الحالي عدد من منشآت ومرافق إعادة المعالجة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وفرنسا وهولندا والمانيا وبعض دول أوربا الشرقية .

وتجدر الإشارة إلى أن عدد منشآت ومرافق إعادة المعالجة الموجودة حاليا في العالم لا تكفي لإعادة معالجة كميات الوقود المستهلك الناتجة عن تشغيل المفاعلات الحالية . فعلى سبيل المثال بلغت قدرة مصانع إعادة المعالجة عام ١٩٨٦م بخلاف المصانع في الاتحاد السوفيتي السابق ـ ١٢٠٠ طنا في حين بلغ حجم الوقود المستهلك في نفس العام ٣٣٠٠ طناً، ورغم زيادة معدلات إستهلاك الوقود حتى عام ١٩٩٦م إلا أن معدلات إعادة المعالجة لم تتغير كثيرا لذلك توجد الآن كميات هائلة من الوقود المستهلك مخزنة انتظارا لعمليات إعادة المعالجة .

وعموما تستخدم عمليات بيوركس لإعادة معالجة الوقود المستهلك في كافة أنواع المفاعلات رغم اختلاف عناصر الوقود فيها . وتنقسم عمليات بيوركس إلى ثلاث مراحل (عمليات) فرعية هي :

● التجهيز

تضمن عمليات هذه المرحلة تفكيك عناصر الوقود وتقطيع القضبان إلى قطع صغيرة لا يتجاوز طول الواحدة ٥سم وذلك في أحواض خاصة . يصب بعد ذلك حمض النيتريك المركز الساخن على قطع القضبان فيذوب الوقود النووي المستهلك في صورة محلول وتنفصل قطع أغلفة الزركونيوم عنه . تجمع قطع الأغلفة في سلال الإذابة . وخلال عملية الإذابة تنطلق كميات كبيرة من الغازات المشعة مثل الكربتون ٨٥ والزينون ١٣٣ ، واليود ١٣١ واليود ١٢٩ وثاني أكسيد الكربون المكون من الكربون ١٤ المشع والأكسجين ، والتريتيوم ٣ (نظير مشع للهيدروجين) حيث تجمع هذه الغازات وتطلق إلى البيئة بمعدلات محكومة خلال مداخن عالية يصل إرتفاعها إلى حوالي ٢٠٠ متر فوق سطح الأرض . بعد ذلك ينقى المحلول الناتج عن

الإذابة بوضعه في أجهزة طرد مركزي أو بترشيحه خلال أغشية خاصة ، ثم يخضع المحلول بعد ذلك للتحليل الاشعاعي لتحديد جميع النظائر المشعة الموجودة فيه وتركيزاتها . وعموماً يحتوى المحلول بعد التنقية على كل من اليورانيوم والبلوتونيوم وجميع نواتج الإنشطار (عدا النواتج الغازية) أما الأجسام الصلبة والتي تتضمن أجزاء عناصر الوقود الفلزية وقطع أغلفة الزركونيوم والحمأة المتكونة عن الترشيح وغيرها فإنها تجمع وتحفظ حيث تعامل كنفايات مشعة متوسطة المستوى الإشعاعي .

الإستخلاص

يخضع محلول الوقود المستهلك في مصنع الاستخلاص لعدد من عمليات الفصل والاستخلاص تتمثل باختصار في الآتي : يضاف حمض النيتريك (بتركيز ٣م) حتى يصل تركيز اليورانيوم في المحلول إلى حوالي ٢٤٠ ـ ٣٠٠ غرام لكل لتر . يضاف للمحلول خليط من الفوسفات ثلاثي البيوتيل (Tributyl Phosphate) بنسبة ٣٠٪ والكيروسين أو البروبان المهدرج . وتهدف هذه العملية لفصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم في طور عضوي وذلك باستخدام أعمدة ذات مرشحات خاصة . وخلال هذه العملية والمسماه بالدورة الأولى يفصل كل من اليورانيوم والبلوتونيوم وتبقى معظم نواتج الانشطار في الطور المائي ليتم فيما بعد تركيزها واستخلاص الأحماض منها ومعالجتها كنفايات مشعة سائلة .

أما اليورانيوم والبلوتونيوم المفصولان في الطور العضوي فإنهما يخضعان لعمليات إختزال بواسطة عامل مختزل مثل الهيدرازين أو غيره أو لعمليات معالجة كهروكيميائية تؤدي في النهاية إلى تحويل البلوتونيوم الرباعي (Pu-IV) إلى بلوتونيوم ثلاثي (Pu - III) ، غير قابل للذوبان في الطور العضوي . بذلك يتم فصل اليورانيوم عن البلوتونيوم باستخدام حامض نيتريك مخفف (٠,٠١ مول) . وهكذا تؤدي دورة الاستخلاص الأولى إلى فصل محلول الوقود إلى ثلاثة . محاليل مائية منفصلة هي محلول اليورانيوم ومحلول البلوتونيوم ومحلول نواتج الانشطار .

ويتم فصل النواتج (كالنبتونيوم والتكنشيوم وغيرها) من محاليل نترات اليورانيل ونترات البلوتونيوم خلال دورتي فصل لاحقتين يتم خلالهما إعادة أكسدة البلوتونيوم الثلاثي إلى بلوتونيوم رباعي وذلك باستخدام أكاسيد النيتروجين أو بالطرق الكهروكيميائية . وخلال الدورات الثلاثية يتم استخلاص كل من البلوتونيوم واليورانيوم بنسبة تصل إلى ٩٨ ـ ٩٩٪ إلا أنهما يكونان مختلطين بنسب ضئيلة من الشوائب . بعد ذلك يخضع كل من اليورانيوم والبلوتونيوم كل على حدة لعمليات تنقية مشابهة للعمليات التي تتم في مصانع المعالجة التي تتميز بمعايير وقاية اشعاعية أخف كثيراً من المعايير المطبقة في الدورات الثلاثية المذكورة وذلك لوجود نواتج الانشطار شديدة الاشعاع ، وعموما تجري جميع عمليات إعادة المعالجة والاستخلاص عند درجات حرارة لا تزيد عن ١٣٠°م وتحت ضغط يقل قليلا عن الضغط الجوي لضمان عدم انتشار المواد المشعة ، وتتم جميع العمليات آليا بالتحكم عن بعد ، وفي غرف خاصة لا يقل سمك جدرانها عن ١ متر من الخرسانة المسلحة تحقيقاً لمتطلبات الحماية الإشعاعية .

عمليات المؤخرة

تنتهي عمليات بيوركس بالحصول على محلول نترات اليورانيل شديدة التركيز ومحلول نترات البلوتونيوم التي يقل تركيزها عن ٢٥٠ غرام بلوتونيوم لكل لتر. وتبدأ عمليات معالجة هذه المحاليل بعد ذلك بهدف تنقيتها من الشوائب .

معالجة محاليل اليورانيوم والبلوتونيوم

بعد الحصول على محاليل نقية لكل من اليورانيوم والبلوتونيوم تنتهي عمليات إعادة المعالجة وترسل هذه المحاليل من جديد إلى مصانع المعالجة لمعالجتها وتجهيزها للاستخدام المناسب كوقود . فإذا كانت نسبة اليورانيوم ٢٣٥ في محلول اليورانيوم قريبة من النسبة الطبيعية أو أعلى منها فإنه يخضع من جديد لعمليات تحويل إلى سادس فلوريد اليورانيوم وعمليات إثراء لاستخدامه كوقود جديد ، أما إذا كانت نسبة اليورانيوم ٢٣٥ أقل من النسبة الطبيعية (يورانيوم مستنفد) فإنه يخزن لاستخدامه كمادة أولية في المفاعلات الولودة السريعة أو للأغراض الأخرى .

أما البلوتونيوم فيتم ترسيبه في صورة اكسالات البلوتونيوم التي تحول بعد ذلك إلى ثاني أكسيد البلوتونيوم ليخلط مع ثاني أكسيد اليورانيوم غير المثري لاستخدامه وقوداً لمفاعلات الماء الخفيف (دون عمليات إثراء حيث أن البلوتونيوم مادة إنشطارية بديلة لليورانيوم ٢٣٥) . كذلك يخلط ثاني أكسيد البلوتونيوم مع نسبة ضئيلة من ثاني أكسيد اليورانيوم غير المثري ويستخدم كوقود في المفاعلات الولودة السريعة .

إنتاج النظائر المشعة

يمثل إنتاج النظائر المشعة نسبة محدودة للغاية من الصناعات النووية . وتنتج النظائر المشعة الصنعية إما بقذف نظائر مستقرة بجسيمات نووية كالنيوترونات أو الجسيمات المشحونة كالبروتونات والديوترونات وجسيمات ألفا وغيرها ، وإما باستخلاصها من نواتج الانشطار من المفاعلات النووية ، فعلى سبيل المثال ينتج الكوبلت ٦٠ المشع بوضع كتلة معينة من الكوبلت ٥٩ الفلزي المستقر داخل لب المفاعل النووي لتتعرض للتدفق النيوتروني . وعند إمتصاص نواة الكوبلت ٥٩ لنيوترون فإنها تتحول إلى الكوبلت ٦٠ وينطلق في نفس اللحظة فوتون جاما كالتفاعل :

$${}^{59}_{27}Co + n \longrightarrow {}^{60}_{27}Co + \gamma$$

ويتم إنتاج العشرات العديدة من النظائر المشعة في المفاعلات النووية بهذا الأسلوب .

وهناك عدد آخر من النظائر المشعة التي يتم استخلاصها من نواتج الانشطار المتبقية في المفاعل بعد استهلاك الوقود . ومن هذه النظائر السيزيوم ١٣٧ والاسترونشيوم ٩٠ والمولبدنيوم ٩٩ وغيرها .

كذلك يتم إنتاج ما يزيد على ١٢٠٠ نظير مشع صنعياً باستخدام المعجلات النووية حيث تسرع الجسيمات المشحونة بواسطة المعجل لطاقة معينة ثم يقذف هدف من نظير مستقر معين للحصول على النظير المشع

المطلوب . ومن أمثلة النظائر المشعة المنتجة باستخدام المعجلات الجاليوم ٦٧ والإنديوم ١١١ واليود ١٢٣ وغيرها .

وعموما تتميز النظائر المشعة المنتجة بواسطة المفاعلات النووية برخص ثمنها وإمكانية الحصول على كميات كبيرة منها نظراً لأنها تنتج كمنتج جانبي لتشغيل المفاعل النووي (سواء كانت نواتج انشطارية أو بالتشعيع داخل المفاعل) . أما النظائر المنتجة باستخدام المعجلات فتتميز بأثمانها المرتفعة حيث يتم تشغيل المعجل خصيصاً لتشعيع المادة المستقرة وإنتاج النظير المعين .

وبعد عمليات التشعيع سواء داخل المفاعل النووي أو باستخدام حزمة الجسيمات المشحونة من المعجل النووي تخضع المادة المشعة لعمليات فصل كيميائي ومعالجات بغرض استخلاص النظير المشع بالصورة الكيميائية المطلوبة للتطبيق المعين . وتتم عمليات الفصل والاستخلاص والتقنية داخل مختبرات خاصة يطلق عليها اسم المختبرات الحارة (Hot Labs) ، نظراً لتعاملها مع مواد شديدة الإشعاع ، تشبه إلى حد ما بعض المختبرات الموجودة في مرافق ومصانع المعالجة للوقود النووي .

إنتاج النظائر المشعة بالمملكة

منذ عام ١٩٨٣م بدأ معجل السيكلوترون بمستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث في العمل لعلاج بعض الأورام وإنتاج النظائر المشعة اللازمة لبعض التطبيقات الطبية التشخيصية . ومنذ هذا التاريخ ينتج المركز عددا من النظائر المشعة قصيرة العمر مثل الجاليوم ٦٧ والكربتون ٨١ والأنديوم ١١١ واليود ١٢٣ والثاليوم ٢٠١ في صور صيدلانية مختلفة تغطي إحتياجات المستشفى التشخيصية من هذه المركبات الصيدلانية ويصدر منها جزء إلى عدد من الدول الأجنبية . وقد بلغ إنتاج المستشفى من هذه الصيدلانيات المشعة حتى عام ١٩٩٥م حوالي ٧٠٠٠٠ عبوة (جرعة) ، استخدم جزء منها داخل مستشفيات المملكة وصدر الجزء الآخر للخارج .

عالم في سطور

ك . باري شاربلس
(K. Barry Sharpless)

- **الاسم :** ك . باري شاربلس .
- **الجنسية :** أمريكي .
- **تاريخ ومكان الميلاد :** ١٩٤١م ، أمريكا
- **المؤهلات العلمية :**

* بكالريوس في الكيمياء ، كلية دارتموث ، بأمريكا ، ١٩٦٣م .
* دكتوراه في الكيمياء ، جامعة استانفورد ، بأمريكا ، ١٩٦٨م .

- **أعماله :**

* أستاذ في معهد ماساشوتس التقني ، في جامعة استانفورد .
* أستاذ كرسي آرثر كوب للكيمياء في معهد ماساشوتس التقني
* أستاذ كرسي وليام كيك في معهد اسكربس في كاليفورنيا ، ١٩٩٠م .
* عضو وزميل في هيئات علمية مرموقة منها الرابطة الأمريكية لتقدم العلوم ، والأكاديمية الأمريكية للآداب والعلوم ، والأكاديمية القومية للعلوم .
* نشر – مع زملائه – حوالي ٢٢٠ بحث في كبرى الدوريات المتخصصة في الكيمياء .
* حاز على ست براءات اختراع .

- **الإنجازات العلمية :**

*إكتشاف طريقتين جديدتين لتركيب الجزيئات غير المتماثلة ، أي تركيب جزيئات يمينية فقط أو جزيئات شمالية ، مستخدماً في ذلك محفزات فلزية تقوم بتحويل الروابط الجزيئية في المركبات الأساسية للحصول على جزيئات موحدة الاتجاه وهو أمر بالغ الأهمية لأن بعض الجزيئات ربما تكون مفيدة للأحياء في صيغتها اليمينية وضارة في صيغتها الشمالية ، مما يتطلب تنقيتها ، ومن هنا تبرز أهمية هذا العمل خصوصاً في الصناعات الدوائية .

- **الجوائز والتقدير العلمي :**

* الحصول على العديد من الجوائز الرفيعة ، ومنها جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم عام ١٤١٥هـ – ١٩٩٥م .

المصدر : –
الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية للعلوم (١٤١٥هـ–١٩٩٥م).



المادة المحفزة عبارة عن مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة للتفاعل الكيميائي بهدف تسريعه دون أن تتغير خواصها الكيميائية رغم إمكانية حدوث تغيرات في خواصها الفيزيائية . وتسرع المادة المحفزة التفاعلات القابلة للحدوث من الناحية الحركية الحرارية (Thermodynamic) ولا تستطيع أن تغير من موضع الإتزان في حالة التفاعلات العكسية لأن الفعل الحفـزي يسرع التفاعلات الأمامية والعكسية بنفس المقدار ، ومن ناحية أخرى،ليس بالضرورة لمحفز ما أن يحفز بالتساوي جميع أو بعض التفاعلات المحتملة في مزيج التفاعل . ولكن بالبحث عن محفز مناسب يمكن استخدامه لتسريع تفاعل مرغوب به انتقائياً ، وتعد المواد المحفزة هي المسؤولة عن هذه الانتقائية والفعل الموجه وكذلك تسريع التفاعلات الكيميائية في الصناعة .

يعود استخدام المواد المحفزة الى عام ١٨٣١م حيث استُخدم البلاتين في عملية أكسدة ثاني أكسيد الكبريت إلى حامض الكبريت ، وفي عام ١٨٣٨م استُخدم البلاتين أيضاً في عملية أكسدة النشادر (الأمونيا) إلى حامض النيتروجين ، كما شهد عام ١٨٩٧م استخدام النيكل لهدرجة الايثيلين ، وفي عام ١٩٠٢م استخدم النيكل والكوبالت لتصنيع الميثان من أول أكسيد الكربون والهيدروجين ، أما في عام ١٩٢٠م فقد استخدم اكسيد الفناديوم لأكسدة البنزين والنفثالين للحصول على بلاماء حامض المالييك وبلا ماء حامض الفثاليك ، وتتالت بعد ذلك الصناعات الكيميائية التي تقوم على استخدام أنواع لا تعد ولا تحصى من المواد المحفزة وما زالت تتطور إلى يومنا هذا بعد اكتشاف النفط .

تصنف عمليات الحفز إلى حفز غير متجانس وحفز متجانس حيث يكون طور المحفز غير المتجانس مختلف عن طور المواد المتفاعلة ، إذ يمكن أن يكون الحفاز صلباً في حين تكون المواد المتفاعلة غازية أو سائلة . ومن المواد المحفزة غير المتجانسة الشبك السلكي(Wire Gauze) المصنوع من البلاتين والروديوم المستخدمة صناعياً في أكسدة النشادر الى أكسيد النتريك ، والنيكل على داعم من الكيسيلجر (Kieselguhr) المستخدمة في هدرجة الزيوت ، وسيليكات الألمنيوم المستخدم في عمليات تكسير المشتقات البترولية.

أما في حالة الحفز المتجانس فإن المحفز يكون من نفس طور المواد المتفاعلة ، أي أن المحفز يكون غازاً في تفاعلات الغازات ويكون سائلاً في تفاعلات المحاليل .

ومن الأمثلة على ذلك تحول النشاء الى سكر بوجود الأحماض وتفكك فوق أكسيد الهيدروجين بوجود أيونات الحديديك ، وأملاح المعادن الانتقالية الذوابة في الهيدروكربونات المستخدمة في عملية أكسدة المركبات الهيدروكربونية في الطور السائل .

تصنيف المواد المحفزة

تصنف المواد المحفزة وفق المجموعات التالية : -

● الفلزات والخلائط والمركبات المعدنية

يمكن تفصيل هذا النوع من المحفزات فيما يلي : -

الفلزات :- وتتصف جميعها بأنها تتفاعل بعنف مع الأكسجين والماء حيث تبقى الفلزات الثمينة - الذهب والفضة ومجموعة البلاتين - تحت ظروف أكسدة معينة في حالاتها الفلزية لأنها تشكل أكاسيد غير ثابتة ، أما عند ظروف أخرى فإن الفلزات الانتقالية(*) وغير الانتقالية(**) تشكل أكاسيد قابلة للاختزال بحيث يمكن استخدامها كمواد محفزة فلزية.

تعتمد الفعالية الحفزية للفلزات في تفاعلات الأكسدة والاختزال على خصائص الامتزاز الكيميائي ، وبشكل عام تزداد الفعالية من اليسار نحو اليمين في الأدوار من ٤ الى ٦ في مجموعة الفلزات الثامنة أ (VIIIA) في الجدول الدوري . فعلى سبيل المثال ، تعزى فعالية الهدرجة لمجموعة (VIIIA) إلى الإمتزاز المعتدل للمواد المتفاعلة على سطح الفلز ، ومع فلزات المجموعتين (VA) و (VIA) ، فإن روابط الإمتزاز قوية جداً وتسمح بتفاعل سريع. ومن ناحية أخرى فإن معادن فلزات المجموعة الأولى (IB) تظهر إمتزاز كيميائي قليل للهيدروجين .

* تشمل الذهب (Au) والفضة (Ag) والنحاس (Cu) والنيكل (Pt) والبلاديوم (Pd) والإيريديوم (Ni) والروديوم (Ir) والكوبالت (Rh) والأوسميوم (Co) والروثنيوم (Os) والحديد (Ru) والرينيوم (Re) والتنجستين (W) والموليبدونم (Mo).

** الثروليوم (Te) والسيلنيوم (Se) والبيزووث (Bi) والانتمون (Sb) والزرنيخ(As) والرصاص (Pb) والقصدير (Sn) والزئبق (Hg) والكادميوم (Cd) والخارصين (Zn).



● الـذهـب ، أحـد الفلـزات المستخـدمـة في صنــاعة المحفـــزات.

* **الخلائط** : وهي عبارة عن مزيج من فلز فعال حفزياً مع فلز آخر فعال أو غير فعال يمكن أن يزيد أو ينقص من الفـعـاليـة . وتستخدم هذه الأنواع من مزائج الفلزات لتحسين فعالية أو انتقائية المادة المحفزة المعدنية . ويبين الجدول (١) أمثلة على أهمية خلط بعض أنواع المحفزات الفلزية بفلزات أخرى .

وتستخدم الخلائط الفلزية في بعض الحالات كمواد محفزة صناعية على شكل مسحوق أو حبيبات أوشبكة (Wire Gauze) ، ولكن في أغلب الأحيان تبعثر على أو مع مواد داعمة (Supports) ، حيث يكون الهدف من استخدام المواد الداعمة تحسين مردود العملية الحفزية من الناحية الاقتصادية وذلك للحصول على أعلى فعالية وانتقائية في كل وحدة كتله من الفلز الفعال ، وأفضل مقاومة للتثبيط الحراري والتسمم . وتعتمد المادة المحفزة المدعمة على تركيز الفلز وعلى المادة الداعمة وطريقة الاستخدام .

يوجد عدة طرق لتحسين انتقائية المحفزات الفلزية ، حيث يمكن تثبيط التفاعلات غير المرغوب بها باضافة مثبطات . فعلى سبيل المثال يضاف ثنائي كلوروايثان ، في عملية أكسدة الايثيلين لانتاج أكسيد الايثيلين على محفز من الفضة لتثبيط تفاعل احتراق الايثيلين إلى غاز ثاني اكسيد الكربون . كما أن اضافة فلز فعال أو غير فعال الى آخر تؤدي الى تثبيط التفاعل غير المرغوب به أو تسريع التفاعل المرغوب به . ويمكن تثبيط بعض أنواع التفاعلات أيضاً بإضافة بعض أنواع أكاسيد الفلزات القلوية ، فعلى سبيل المثال ، يضاف ١٠ر٠٪ مول من أحد أنواع أكاسيد الفلزات القلوية الى الفضة لتحسين إنتقائيته وفعاليته في عملية أكسدة الايثيلين وذلك بتثبيط بعض التفاعلات الثانوية .

* **المركبات الفلزية (Intermetallic compounds):**

وهي عبارة عن مجموعات من المعادن ـ مثل(Fe Ti)، و(LaNi5) و(CeCo3) ، تتصف بامتزاز كيميائي مرتفع للهيدروجين ، لذلك فهي تستخدم في عمليات الهدرجة ، وتصنيع النشادر ، والـمَثْيَنة (Methanation) وتماكب الألكانات.

ـ **الأكاسيد الفلــــزية** : وهي عبارة عن أكاسيد فلزية من بعض عناصر المجموعة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والعناصر الانتقالية وعناصر مجموعتي اللانثانيوم والأكتنيوم . وتنقسم هذه الأكاسيد إلي مجموعتين هما :ـ

ـــ **أكاسيد عازلة (Insulators)** : وتستخدم كمواد داعمة وكمواد محفزة للتفاعلات القاعدية ومنها أكاسيد العناصر غير الانتقالية مثل

$BaO, SrO, P_2O_5, SiO_2, SiO_2, Al_2O_3, B_2O_3, BeO$

ـ **أكاسيد شبه موصلة (Semiconductors) :** وهي مواد محفزة فعالة بشكل خاص لتفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتجاوز فعاليتها فعالية البلاتين والبلاديوم والفضة ، ويمكن أن تحفز القليل من التفاعلات الحامضية ـ القاعدية نظراً لأنها تتصف بخصائص حامضية ، ومن أهمها ما يلي :ـ

(أ) أكاسيد عناصر انتقالية : وتتضمن ما يلي :

ـ **نوع (n)** : ومنه : $UO_3, WO_3, HfO_2, Ta_2O_5, MoO_3, Nb_2O_5, ZrO_2, Fe_2O_3, V_2O_5, TiO_2, Sc_2O_3$

ـ **نوع (p)** : ومن أهمه: $Cu_2O, NiO, CoO, FeO, MnO, Cr_2O_3$

ـ **أكاسيد جوهرية (Intrinsic)** مثل : ـ $CuO, Co_3O_4, Fe_3O_4,$

(ب) أكاسيد ذاتية غير انتقالية من نوع (n) : $Bi_2O_5, PbO_2, HgO, Sb_2O_5, SnO_2, CdO, As_2O_5, GeO_2, ZnO$

وتستخدم مثل هذه الأنواع من الأكاسيد في العديد من الصناعات البترولية والبتروكيميائية التي من أهمها : أكسدة البروبين إلى الأكرولين ، وتفاعلات التحلق والتعطير مثل تحويل البروبين إلى بنزين و ١ ، ٥ـ هكسادايئين ، والتكسير الحفزي للألكانات ،والإماهة مع التكسير للأوليفينات ، وأكسدة البنزين إلى بلا ماء حامض الماليئيك ، وأكسدة النفثالين الى بلا ماء حامض الفثاليك وغيرها من التفاعلات الأخرى.

المادة المحفزة	الفلز المضاف	التفاعل	تأثير خلط الفلزات
البلاتين	٥ ـ ٢٠٪ روديوم	أكسدة النشادر	مردود أعلى من أول أكسيد النيتروجين وخفض نسبة فقدان معدن البلاتين
الفضة	الذهب	أكسدة الإيثيلين	تحسين نسبة انتقائية أكسيد الإيثلين
الفضة	١٠٪ ذهب	أكسدة الكيومين	مردود أعلى من هيدروبيروكسي الكيومين
البلاتين	جرمانيوم، قصدير، إنديوم، جاليوم	نزع الهيدروجين وتكسير الإلكانات	خفض نسبة الكربون المتشكل على سطح المادة المحفزة وفترة حياة أطول لها
البلاتين	رصاص ، نحاس	تفاعلات تحلق وتمطير الإلكانات	مردود أعلى من العطريات
ـ البلاتين ـ البلاديوم ـ الإيريديوم	ذهب	نزع الهيدروجين بالأكسدة من الألكانات	تحسين الانتقائية
الإيريديوم	ذهب ، فضة ، نحاس	إعادة التشكيل الحفزي للألكانات وحلقي الألكانات	مردود أعلى من العطريات عند درجة حرارة أعلى من ٥٠٠ْم

● جدول (١) أهمية خلط بعض المحفزات الفلزية بفلزات أخرى .

* الأكاسيد الثنائية (Binary Oxides) : وتحتوي على مجموعات من أكاسيد الحديد أو الكوبالت أو النيكل أو النحاس أو الزنك مع أكاسيد الكروم أو الموليبدنوم أو التنجستن ، وتستخدم بعض أنواع هذه المجموعات صناعياً في عمليات أكسدة الميثانول إلى الفورم الدهيد والهدرجة الإنتقائية ، ونزع الهيدروجين الإنتقائي ، وعمليات نزع الكبريت والنيتروجين والأكسجين ، وصناعة الميثانول وغيرها من العمليات الأخرى .

● الأمـــــلاح

تشمل الأملاح المستخدمة في عمليات التحفيز ما يلي :-

* الهـاليـدات : وتشمل العديد من الكلوريدات من أهمها ما يلي : -

- كلوريدالألمنيوم : وهو أكثر المواد المحفزة استخداماً كحامض لويس المستخدم في العديد من الصناعا البترولية والبتروكيميائية مثل تفاعلات الألكلة والتماكب وإعادة الترتيب و البلمرة . ومن أهم المواد البتروكيميائية الوسطية التي يمكن صناعتها باستخدام كلوريد الألمنيوم هي: إيثيل البنزين ، ٢، ٣ – ثنائي ميثيل البوتان ، الآيزوبوتان ، والمطاط البوتيلي وغيرها .

- ثلاثي ورباعي كلوريد التيتانيوم : ويستخدم في بلمرة زيغلر - ناتا للايثيلين والبروبلين .

- كلوريد النحاس : ويستخدم في عمليات الأكسدة المكلورة (Oxychlorination) حيث يضاف إليه كلوريد البوتاسيوم وذلك لتقليل تطايره بتشكيل أيونات من (CuCCl42-) ولزيادة امتصاص الأكسجين ولمنع تشكل سلسلة بوليمرية غير فعالة من $(CuCl_2)$.

* الكبريتات : ومن أهمها كبريتات الألمنيوم وكبريتات النحاس اللذان يستخدمان في تماكب الرابطة المضاعفة . وكبريتات البوتاسيوم المستخدم مع حفاز أكسيد الفناديوم لأكسدة ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت ، والنفثالين الى بلا ماء حامض الفثاليك .

* الفوسفات : ومن أمثلتها فوسفات النيكل كالسيوم $Ca_8Ni(PO_4)_8$ الذي يستخدم في عملية نزع الهيدروجين من البيوتين . كما وتستخدم بعض أنواع الفوسفات الفلزية الأخرى في عمليات الأكسدة والتعطير (Aromatization) . ومن أهم الفوسفات المستخدمة في بعض الصناعات البتروكيميائية فوسفات الألمنيوم $(AlPO_4)$ التي تعمل كمحفز حامضي مع الزيوليتات .

● السلفيـــدات

السلفيدات عبارة عن مركبات كبريتية فلزية مثل سلفيدات النيكل والكوبالت والحديد والموليبدنوم والتنجستن ، وتتصف السلفيدات بخصائص حامضية شبه موصلة وبالتالي فإن لها تطبيقات في كل من تفاعلات الأكسدة والاختزال والتفاعلات التي تحتاج الى تحفيز حامضي ، ولكنها تبدي فعالية قليلة عند درجات حرارة أقل من ٢٠٠ـ ٢٥٠°م ولها تطبيقات هامة في هدرجة الفحم السائل المحتوى على كميات من الكبريت وكذلك في إزالة الشوائب الكبريتية والنيتروجنية من البترول وذلك بالمعالجة بالهيدروجين .

وبمقارنة محفزات السلفيدات مع المحفزات الأخرى فإن الأولى تتسمم بشكل أسرع وذلك بسبب تشكل الكحول على سطحها .

تستخدم سلفيدات المجوعات الفلزية مثل سلفيدات نيكل - موليبدنوم ، كوبالت - موليبدنوم ، نيكل - كوبالت - موليبدنوم ونيكل تنجستن على مواد داعمة مثل الألومينا والسيليكا أو مجموعة من الألومينا والسيليكا في المعالجة بالهيدروجين والتكسير بالهيدروجين للسوائل المشتقة من الفحم وبقايا التقطير الأسفلتية . كما تلائم هذه الأنواع من المحفزات عمليات نزع الكبريت من الغاز الطبيعي والمشتقات النفطية الخفيفة وغاز الاصطناع الناتج من إعادة التشكيل البخاري .

● الأحمـــاض

يتضمن هذا النوع من المحفزات الأكاسيد الصلبة لعناصر الدورة الثالثة من الجدول الدوري ، وهي أكسيد الصوديوم وأكسيد المغنيسيوم وأكسيد الألمنيوم وأكسيد السيليكون وأكسيد الفوسفور . وتبدي هذه المحفزات إنتقالاً من الصفة القاعدية المذبذبة إلى الحامضية.

تزداد الصفة الحامضية لمثل هذا النوع من المحفزات عند مزجها مع أكاسيد أخرى يكون فيها عدد الأكسدة مختلف ، ويعتمد ازدياد الصفة الحامضية على نوع الأكاسيد الممزوجة ونسبة كل أكسيد في المزيج ونظراً لثباتيتها الحرارية فإنها تستخدم عند درجات حرارة مرتفعة وخصة في الصناعات البترولية .

يمكن الحصول على هذه الأكاسيد صناعياً أو طبيعياً ، وكمثال على ذلك الزيولايت الذي هو عبارة عن ألومينوسيليكا $M_{2/n}O, Al_2O_3, SiO_2$ وماء (H_2O) حيث (n) تكافؤ الفلز.

وهناك أنواع أخرى من المحفزات الحامضية الصلبة مثل حامض الكبريت وحامض الفوسفور المدعم (المحمّل) على هلام السيليكا (Silica Gel) أو الكيسيلجر (Kieselguhr) ، وهاليدات الألمنيوم والبورون المحملة على داعم ، والأحماض المتعددة غير المتجانسة (Heteropoly Acids) ، ومبادلات أيونية عضوية .

● القـــواعـــد

تشتمل محفزات القواعد الصلبة على أكاسيد وهيدروكسيدات وكربونات وسيليكات لفلزات قلوية أو فلزات قلوية ترابية وكذلك هيدريداتها وأميداتها ، والمبادلات الأيونية العضوية .

تعد التطبيقات الصناعية لمثل هذه المحفزات قليلة جداً ، ومن أهم استخداماتها ما يلي :

- تكاثف الأسيتون إلى ثنائي أسيتون الكحول ، ويستخدم لذلك هيدروكسيد الباريوم أو هيدروكسيد الكالسيوم على داعم .

- تحويل ميثيل حلقي البنتين الى ميثيل حلقي بنتادايئين وميثيل حلقي البنتان، ويستخدم لذلك فلز الصوديوم المحمّل على داعم .

- البلمرة الثنائية للبروبين إلى ٢- ميثيل البنتين ، ويستخدم في ذلك فلزات قلوية مدعمّة أو هيدراتها أو أميداتها .

- بلمرة البيوتادايئين ويستخدم فيها فلز الصوديوم المدعّم .

- ألكلة السلسلة الجانبية للتولوين ، ويستخدم لها فلز الصوديوم المحمّل على الألومينا.

● محفزات ثنائية الوظيفة

تستخدم المحفزات ثنائية الوظيفة (Bifunctional Catalysts) أو متعددة الوظائف ـ تتركب من محفزين أو أكثر ـ لتسريع جميع التفاعلات . فعلى سبيل المثال ، يجرى تماكب الألكانات، مثل البيوتان ، من خلال آلية أيون الكربونيوم ، التي يعتمد تشكلها على وجود كمية صغيرة من ألكين ويتطلب التماكب وجود محفز حامضي في حين يتطلب نزع الهيدروجين من الألكان وهدرجة الأوليفين مادة محفزة فلزية .

بالإضافة إلى ذلك تستخدم المحفزات ثنائية الوظيفة في عمليات إعادة التشكيل الحفزي والتكسير بوجود الهيدروجين . فعلى سبيل المثال ، يعمل أكسيد التيتانيوم أو أكسيد الكروم كمحفز حامضي أو كمحفز للهدرجة ونزع الهيدروجين وذلك بسبب تعدد حالات أكسدتهما.

ومن التفاعلات الأخرى التي تستخدم فيها محفزات ثنائية الوظيفة الأكسدة الانتقائية وأكسدة النشادر للبروبين على حفاز من اكسيد البزموث وأكسيد الموليبدنوم .

● معقدات التساند الفلزية

تستخدم معقدات التساند الفلزية (Metal Coordination Complexes) وخاصة الفلزات الانتقالية لتحفيز عدد كبير من التفاعلات مثل الهدرجة ، والبلمرة ، والهيدروفورملة والأكسدة ، والإضافة ، وتبدي مثل هذه المحفزات إنتقائية عالية حيث تذاب في وسط التفاعل ، وبناء عليه فإنها تستخدم كمحفزات متجانسة ويمكن فصل المنتجات من وسط التفاعل بسهولة . كما ويمكن استخدامها كمحفزات غير متجانسة أيضاً عندما تحمّل على داعم .

ومن أمثلة هذا النوع من المحفزات مايلي :

ـ المحفزات $[RuCl_6]^{2-}$ و $[Co(CN)_6]^{3-}$ والمحفز $[(Co(CO)_4]^-$ و $Fe(CO)_5$ و $\{Pt(SnCl_3)_5\}^{3-}$ وتستخدم في عمليات الهدرجة .

ـ **المحفز** $\{RhCl_2R_2\}$ ويستخدم في عملية البلمرة الثنائية.

ـ **المحفزان** $[PdCl_4]^{2-}$ و $[FeH(CO)_4]$ ويستخدمان في عملية التماكب.

ـ **المحفز** $[Rh(CO)_2I_2]$ ويستخدم في عملية الكربلة (Carbonylation) .

ـ **المحفز** $\{Co(CO)_4\}$ ويستخدم في عملية الهيدروفورملة (Hydroformulation) .

صناعة المحفزات

بما أن المحفزات المتجانسة هي عبارة عن مركبات أو معقدات كيميائية فان فعلها الحفزي لا يعتمد على طريقة التحضير ، في حين المحفزات غير المتجانسة تتأثر صفاتها الحفزية بشكل كبيربكل خطوة من خطوات تحضيرها .

ويمكن أن يتم تحفيز التفاعل بواسطة المحفز دون الحاجة إلى مكون آخر يدعم عملية التفاعل ، ويطلق على المحفز في هذه الحالة بالحفز غير المدعم . وفي أحيان أخرى يتم التحفيز بمساعدة مادة داعمة وحاملة ـ (Support) ، وفي هذه الحالة تكون المادة الداعمة هي المادة الفعالة في التفاعل. و من أمثلة المواد الداعمة الكربون المنشط والألومنيا اللذين بسب مساحتهما السطحية الكبيرة يعملان على تبعثر البلاتين والبلاديوم على أكبر مساحة ممكنة وبالتالي يتم زيادة فعاليتهما الحفزية .

تصنف المواد الداعمة إلى مواد داعمة طبيعية ـ مثل الأسبستوس والكولين والبوكسايت (Bauxite) ـ مواد داعمة مصنعة التي من أمثلها الكربون المنشط وكربيد السيليكون والمغنيسيا والسيليكات المتنوعة .

تسمى المواد الداعمة ذات المساحة الكبيرة بالمواد المسامية الدقيقة (Microporous) ، وتزيد المعالجة الحرارية لهذه المواد أبعاد المسام ودرجة التبلور والخمول الكيميائي ولكنها تعمل على تناقص المساحة السطحية ، ويمكن زيادة أحجام المسامات للأكاسيد التي تستخدم كمواد داعمة أو الكلسنة(Calcination) لأنواع معينة من الأكاسيد الميهة أو الهيدروكسيدات . فعلى سبيل المثال ، يمكن الحصول على مساحة سطحية كبيرة للألومينا من نوع جاما بواسطة الشوي المتدرج للألومينا ثلاثية التميه من نوع ألفا .

يتم تحضير المحفزات وفق طرق عديدة تتلخص فيما يلي :

● الترسيب

تتم عملية الترسيب بتحضير الراسب البلوري أو اللابلوري أو الهلامي (Gel) من أملاح المعادن المكونة للمحفز وبعد ذلك يتم إزالة الأيونات الغريبة مثل الكربونات والنترات والكربوكسيلات بواسطة التفكك الحراري أو غسيل الراسب أو الهلام بواسطة الماء ، حيث يمكن الحصول على حفاز متجانس باختيار ظروف ترسيب مناسبة مثل حاصل الذوبانية وسرعات الترسيب ، بعدها يتم تحويل المحفز الصلب الرطب إلى محفز بشكله النهائي بواسطة التجفيف والتشكيل والشوي والتنشيط وتتنوع درجة تبلور وحجم جسيمات وتركيب الراسب أو الهلام بالتحكم بظروف الانتاج .

التشرُّب: يعد الشرب من أكثر الطرق استخداماً لإنتاج المواد المحفزة ، ويتم ذلك بغمر الداعم المسامي في محلول من المكون الفعال ، مع إزالة المحلول الزائد بواسطة الإذابة أو الترشيح أو القوة النابذة . وللحصول على نسبة تشرب عالية تتم إزالة الهواء من مسامات المادة الداعمة عند درجة حرارة معينة وتحت الفراغ .

ومن فوائد هذه الطريقة مقارنة بطريقة الترسيب الحصول على محفزات مدعمة بمساحة سطحية ومسامية وحجم مسامات وشكل بلوري وقوة ميكانيكية تكون ملائمة لنقل الكتلة (Mass Transfer) ولظروف التفاعل في المفاعل . وتعد هذه العملية أكثر اقتصادية من طريقة الترسيب بسبب استخدامها لكميات قليلة جداً من المكون الفعال .

● الانصهار

يمكن تحضير بعض أنواع المحفزات المستخدمة في بعض العمليات الصناعية بواسطة الانصهار (Fusion)، فعلى سبيل المثال ، تحضر المحفزات المستخدمة في صناعة النشادر بواسطة صهر الماجنيتايت (Fe_3O_4) المحتوى على كميات قليلة من أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وأكسيد البوتاسيوم(K_2O) وأكسيد الكالسيوم (CaO) .

● التجفيف والكلسنة

تعتمد مسامية المحفز المترسب على اجراءات التجفيف المستخدمة لإزالة الرطوبة وماء الإماهة . وتؤثر ظروف التجفيف أيضاً على قوة ومدى قابلية تشكل الحفاز إلى

المـــادة المحفزة	المنتـــج والتفاعـــل
Ni/Al_2O_3	إنتاج (H_2) و CO ـ إعادة التشكيل البخاري للميثان $H_2O + CH_4 \rightleftharpoons 3H_2 + CO$
أكاسيد Fe-Cr أو أكاسيد Cu-Zn	تفاعل انزياح الماء $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$
Ni	المثينة (Methanation) $CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$
Fe_2O_3 المنشط	صناعة النشادر $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 3NH_3$
Al,Mg,Ca,K	اكسدة SO_2 إلى SO_3
V_2O_5	أكسدة الأمونيا إلى NO $2NH_3 + 5C_2O \rightarrow 2NO + 3H_2O$
Ni/ سيراميك	تفكك النشادر $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$

* جدول (٢) أمثلة لمحفزات إنتاج المواد الكيميائية غير العضوية.

للمـحـفـزات المتـرسـبـة . ويتم الحصـول على أداء جيد للمحفز بإيـجـاد طرق مـثلى لعـمليـة الكلسنة باسـتخدام تقنية التحلل الحــراري (DSC)، وحـيـود الأشعة السينية .

● الإختـــــزال

يتم تحضير المحفزات المعدنية بواسطة إخـتـزال أكـاسـيـد أو كلوريدات المكون الفعَّال للمحفز . وتتم عملية الاختزال باستخدام غاز الـهـيـدروجين المخفف بـغـاز النيـتـروجين أو باسـتـخـدام أية عوامل مختزلة أخرى مثل بخار الكحول . بعد تجفيف المحفز في أفران عند درجة حرارة معـينة وتحت ضغط مخفف .

● تشكيل المواد المحفزة

يعتمد شكل ودقائق المحفز على طبيعة التفاعل والمواد المتفاعلة ونوعية المفاعل المسـتـخـدم. فـمثلاً تحـتاج التـفـاعـلات في الطور السـائل الى مـحـفـزات على شكل دقـائق صـغـيـرة أو مـسـحـوق ناعم لأن التفاعلات تحدث على أسطح دقائق المحفز .

أما المحفزات المستخدمة في مفاعلات الطبقة الثابتة فيتم تشكيلها بواسطة آلات خاصـة إلى أشكال كـروية أو أسطوانيـة مصمتة أو أسطوانية مفرغة أو حلقات أو على هيئة حبيبات بأحجام مختلفة .

التطبيقات الصناعية للمحفزات

تسـتـخـدم المواد المحـفـزة في العـديد من الصناعات الكيميائية غير العضوية ، جدول (٢) ، والبترولية والبتروكيميائية، جدول (٣) .

أشكال متعددة ، وبناءً عليه يجب التحكم في ظروف التجفيف مثل معدل التسخين ودرجة الحرارة وفترة التجفيف ومعدل تدفق الغاز فوق الحفاز . وتجفف جسيمات المحفز بشكل عام في أجهزة تجفيف دوَّارة ، أما إذا كان المحفز يتأثر بالاحتكاك فيتم تجفيفه على صوان أو أحزمة تجفيف خاصة . أما بالنسبة للمـحـفـزات التي تكون على شكل سـوائل فتجفف بطريقة التجفيف بالبخ (Sprydrying).

من جـانـب آخـر تـتم عـمـليــة الكلسنة بالمعالجـة الحرارية بـالأكسـدة في الهـواء الجـوي عند درجـة حـرارة أعلى بقليل من درجة حرارة تشغيل المحفز . وتهدف الكلسنة إلى تثبيت الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحـفـزيـة للمـحـفــز ، تصـاحب عـمليـة الكلسنة عدة تفاعلات من أهمها ما يلي :

١ـ تفكك وتحـول المركبات غير الثابتة الى أكـاسـيـد مـثـل الكربونات والنتـرات والهيدروكسيدات والأملاح العضوية .

٢ـ تشكل مـركـبـات جـديدة من النواتج المتفككة عن طريق تفاعلات بالحالة الصلبة .

٣ـ تحول المركبات اللابلورية الى مركبات بلورية .

٤ـ حدوث تحول عكسي لتغيرات بلورية متنوعة.

٥ـ تغَّير بنية المسام والقوة الميكانيكية

المـــادة المحفزة	العملية والمنتج
١ـ Ni/SiO_2 - Al_2O_3 ٢ـ $Ni\text{-}W/SiO_2\text{-}Al_2O_3$ ٢ـ زيولايت /Pd ٤ـ زيولايت ، $SiO_2\text{-}Al_2O_3$	التكسير الحفزي للمقطرات الثقيلة لإنتاج الجازولين ، الديزل ، زيوت تشحين ، وقود طائرات ، غازات .
Pt/Al_2O_3	إعادة التشكيل الحفزي للنفثا لإنتاج جازولين باكتان مرتفع، عطريات غاز مسيل ، هيدروجين.
HF أو H_2SO_4 (١٨ـ٣٥°م)	الكلة الايزوبروبان مع أوليفينات C5-C3 لإنتاج الكانات متفرعة لرفع رقم الاكتان.
Al_2O_3/Pt (١٥٠ ـ ٢٥٠°م)	تماكب نظامي البوتان أو البنتان أو الهكسان لإنتاج ايزوبوتان أو بنتانات وهكسانات متفرعة .
Pt/Al_2O_3 ZnO ، كروميت النحاس	نزع هيدروجين بالأكسدة لإنتاج الإلدهيدات والكيتونات من الكحولات .
Zno, - Cr_2O_3 Cu - Zno, Al_2O_3 Cu - Zno - Cr_2O_3	صناعة الميثانول
Ni/Al_2O_3	صناعة غاز الميثان

المـــادة المحفزة	العملية والمنتج
$PdCl_2$ - $CuCl_2$	اكسدة في الطور السائل للعديد من المواد العضوية مثل: إيثيلين ← اسيت الدهيد بروبين ← أسيتون بنتين ← بيوتا نون إيثيلين + حامض الخل ← خلات فينيل
$MoO_3\text{-}Fe_2O_3$ أو Ag	اكسدة في الطور الغازي للكحولات إلى الدهيدات أوكيتونات
$TiCl_4 + Al(C_2H_5)_3$ Cr_2O_3/SiO_2 MoO_3/Al_2O_3	بلمرة الإيثيلين إلى بولي إيثيلين
Ni(اكريلونتريل) $_2$+PPh_3	تحلق ٢ـ بيوتادائين إلى ١، ٥ حلقي أو كتادايئين
Pt / داعم	هدرجة الدهيدات غير مشبعة إلى الدهيدات مشبعة
Pd/C	هدرجة نتريلات غير مشبعة إلى نتريلات مشبعة
Pd/Al$_2$ O$_3$	هدرجة ثنائي أوليفينات إلى أوليفينات
Ni/داعم شبكة Ni(واني)	هدرجة البنزين إلى حلقي الهكسان
كروميت النحاس	هدرجة غير متناظرة لتحويل الدهيدات ← كحولات
Pa/C	اختزال مركبات النترو امنيات

* جدول (٣) أمثلة لاستخدام المحفزات في الصناعات البترولية والبتروكيميائية .





مركبات الصوديوم

أ. محسن حمدي مخللاتي

يعد عنصر الصوديوم سادس العناصر الكيميائية وفرة في القشرة الأرضية إذ تبلغ نسبته حوالي ٢,٨٣٪ وزناً ، ولا يوجد الصوديوم في الطبيعة على شكل عنصر حر - معدن - وإنما يوجد على هيئة أملاح مثل الهاليت (ملح الطعام) ، ونترات الصوديوم (نترات شيلي) ، وكبريتات الصوديوم ، والبوراكس ، وكربونات الصوديوم .. الخ .

تأتي أهمية أملاح الصوديوم من استخداماتها الواسعة في عدة مجالات منها ، الزراعة ، والصناعة مثل صناعة الزجاج ، والنسيج ، والورق ، والأصباغ ، والصناعات الطبية .. وغيرها .

سيتناول هذا المقال - بمشيئة الله - مركبات الصوديوم غير العضوية المعروفة والمستخدمة بكثرة في نواحي الحياة المختلفة ، من حيث طرق تصنيعها ، وبعض خواصها ، واستعمالاتها ، وذلك على النحو التالي :

كلوريد الصوديوم

يترسب ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) على شكل بلورات مكعبة - مع بعض الشوائب من أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم - شفافة أو نصف شفافة (تحتوي على بعض المواد الملونة التي تختفي عند تسخين الملح إلى ٢٥٠°م) ، وتتراوح كثافة الملح بين ٢,١ إلى ٢,٣ جم/سم٣ ، وتصل درجة انصهاره إلى ٨٠١°م ، ويذوب في الماء ، وتزيد درجة ذوبانه بزيادة درجة الحرارة ، جدول (١) .

طرق التحضير

يمكن الحصول على ملح كلوريد الصوديوم من ثلاث مصادر طبيعية هي :

*** تبخر مياه البحار والبحيرات المالحة :** ويعتمد ذلك بصفة أساس على أشعة الشمس ، والرياح ، ونسبة الرطوبة في الجو ، وغالباً ما تتم هذه العملية في المناطق ذات الطقس الجاف والمشمس في فصل الصيف ، حيث تقوم الدول المطلة على البحار بإنشاء أحواضاً بجانب البحار أو البحيرات أو بحفر بحيرات صناعية يتم ملئها بماء البحار . تتعرض المياه المالحة لأشعة الشمس فيتبخر الماء تدريجياً ، ويتركز المحلول الملحي ، ومع استمرار عملية البخر ، يترسب ملح كلوريد الصوديوم محتوياً على بعض الشوائب ، جدول (٢). يذاب الملح الناتج مرة في أخرى في ماء نقي ، ثم يصفى من الشوائب ، ويبلور . تصل نقاوة ملح كلوريد الصوديوم الناتج بهذه الطريقة إلى أعلى من ٩٥٪ ، ويعتمد ذلك بصفة أساس على نسبة تركيز كلوريد الصوديوم في الماء المالح .

*** من مكامن الملح الصخري :** ويتم ذلك بضخ الماء - تحت الضغط المنخفض - إلى المكمن

درجة ذوبان الملح (جم ملح / ١٠٠ جم ماء)	درجة الحرارة (°م)
٣٥,٣٧	صفر
٣٥,٨٥	٢٠
٣٦,٧٠	٥٠
٣٩,٢٢	١٠٠

● جدول (١) العلاقة بين درجة ذوبان ملح كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة .

الملحي بوساطة أنابيب مزدوجة ، شكل (١) ، حيث يذوب الملح الصخري بالماء ، ويخرج المحلول الملحي من الفتحات الجانبية للأنابيب .

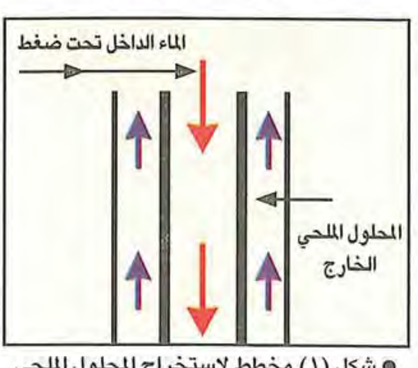
يتم الحصول على الملح من المحلول الملحي بنظام الحوض ذو الضغط المنخفض ، شكل (٢) ، وذلك على عدة مراحل هي :

- تركيز المحلول الملحي بإمراره على ثلاث أبراج للتبخير (مبادلات حرارية بوساطة بخار الماء) ، ثم صبه في خزان مع إضافة بعض المركبات الكيميائية - مثل يوديد البوتاسيوم ونترات الصوديوم - لتحسين مواصفاته الصحية .
- غسل المحلول الملحي بماء نقي في برج غسيل ، ثم نقله إلى خزان ومنه إلى مرشحات لتنقيته من الشوائب .
- إمرار الهواء الساخن على المحلول الملحي النقي لتبخير الجزء المتبقي من الماء - مع الحفاظ على نسبة من الرطوبة لا تزيد عن ٠,٥٪ - والحصول على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتم تعبئته وتخزينه لحين الحاجة إليه .

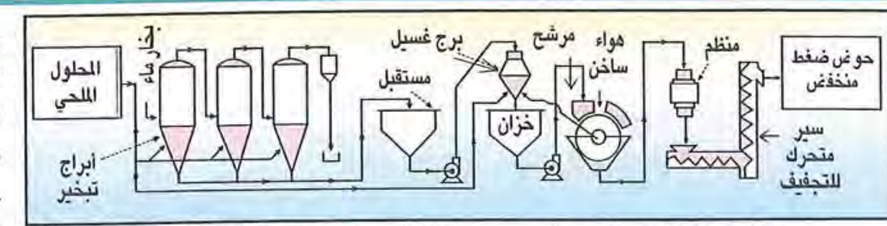
*** تبخير المحاليل الملحية بالغليان :** وتستخدم هذه الطريقة بصفة أساس للحصول على ملح الطعام من المحاليل الملحية

المكونات	نسبة تواجدها (٪)
كلوريد الصوديوم	٩٧,٥٠
ماء	٢,٠٠
كبريتات النحاس	٠,٢٢
كلوريد المغنسيوم	٠,١٢
كلوريد البوتاسيوم	٠,٠٢
مواد غير ذوابة	٠,٠٢
المجموع	٩٩,٨٨

● جدول (٢) نسبة (٪) مكونات الملح الناتج من تبخير مياه البحار والمحيطات .



● شكل (١) مخطط لاستخراج المحلول الملحي من مكامنه الصخرية.



● شكل (٢) إنتاج كلوريد الصوديوم بنظام الحوض ذو الضغط المنخفض.

الطبيعية التي لا تحتوي على نسبة عالية من الملح (٢٤٪ ـ ٢٧٪). وتتم هذه الطريقة على خطوتين هما :

ـ تركيز المحاليل الملحية الطبيعية برشها على أبراج ساخنة حيث يتبخر جزء من الماء، وتزيد نسبة تركيز ملح الطعام .

ـ فصل الشوائب من المحلول الملحي المركز، ثم غليه فيتبخر الماء، ويترسب الملح الذي يتم تجفيفه (٩٥٪)، ثم تعبأته للاستعمال .

● الإستخدامات

بالإضافة إلى استخدام ملح كلوريد الصوديوم في الطعام، فإنه يعد مادة أساس لإنتاج العديد من المركبات الكيميائية، ـ بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ـ المستخدمة في كثير من الصناعات غير العضوية والعضوية، وذلك عن طريق عدة تفاعلات منها الكلورة أو الاندماج، والتحليل الكهربائي ... وغيرها، شكل (٣).

كبريتات الصوديوم

كبريتات الصوديوم عبارة عن مسحوق بلوري عديم اللون قابل للانحلال في الماء، وتوجد الكبريتات إما في صورة لا مائية (Na_2SO_4) أو مائية وتسمى حينئذ بملح جلوبر ($Na_2SO_4.\ 10H_2O$) .

● طرق التحضير

يتم الحصول على كبريتات الصوديوم بعدة طرق من أهمها مايلي :

* **من ملح جلوبر ($Na_2SO_4.\ 10H_2O$) :** وتتلخص هذه الطريقة، شكل (٤)، في طحن الملح وإذابته في الماء، ثم تجفيفه في أفران دوّارة مبطنة بالآجر (القرميد) لنزع الماء، ثم إمرار الملح المتشكل بين إسطوانتي تجفيف حيث يخرج بعدها المنتج جافاً تماماً للتبريد والتعبئة والتخزين .

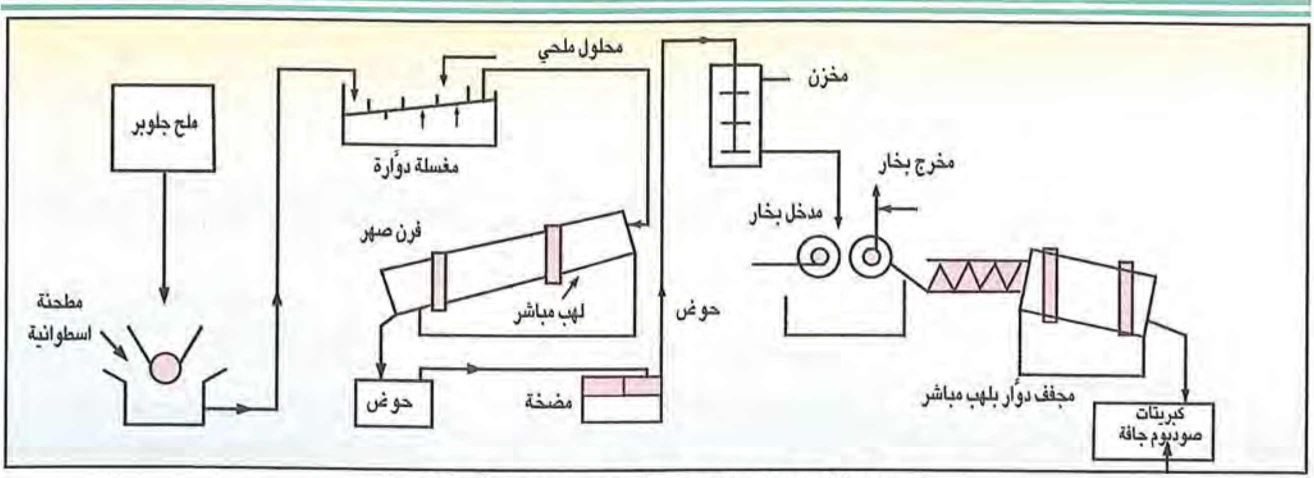
* **كمنتج ثانوي من عمليات كيميائية وتعدينية :** مثل عمليات إنتاج كلوريد الصوديوم، وكربونات الصوديوم، والبوراكس، وأملاح البوتاسيوم والليثيوم، وثنائي كرومات الصوديوم، وصناعة ألياف الفيزكوز (Viscose Fibers)، وصناعة الرايون .

* **طريقة مانهيم (Mannheim Process) :** حيث يتم إنتاج كبريتات الصوديوم مباشرة بتفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض

ملح كلوريد الصوديوم

- كبريت المغنيسيوم ← كبريتات الصوديوم
- حامض الكبريت ← غاز كلوريد الهيدروجين ← ماء ← أحماض كلورو السلفونيك / حامض كلوريد الماء (٣٠٪) / حامض كلوريد الماء (سائل في الاسطوانة)
- حامض الكبريت ← كبريتات الصوديوم ← كبريت الصوديوم
- سيانوميد الكالسيوم ← سيانيد الصوديوم
- نترات الأمونيوم ← نترات الصوديوم
- طريقة سولفي ← كربونات الصوديوم ← حامض الأزوت ← نترات الصوديوم / حديد ← كرومات الصوديوم / أكسيد الكالسيوم ← هيدروكسيد الكالسيوم
- طريقة سولفي ← كلوريد الأمونيوم
- تحليل كهربائي من المحاليل المائية ← كلور ← كلورة ← كلوريد (مواد عضوية) / سائل في الإسطوانات
- تحليل كهربائي من المحاليل المائية ← هيدروجين ← غاز كلوريد الهيدروجين
- تحليل كهربائي لمصهور الملح ← صوديوم
- تحليل كهربائي لمصهور الملح ← كلور ← كلوريد السيليكون ← أكسيد السيليكون / هيدروكسيد الكالسيوم ← كلوريد الكالسيوم / سائل في اسطوانات
- تحليل كهربائي بدون حاجز مسامي ← تحت كلوريت الصوديوم / كلوريت الصوديوم ← كلورات الصوديوم
- كلورة ثم تحميص مع البيريت ← كبريتات الصوديوم

● شكل (٣) أهم المركبات الكيميائية الناتجة من ملح كلوريد الصوديوم.



● شكل (٤) مراحل إنتاج كبريتات الصوديوم من ملح جلوبر.

الكبريت عند درجات حرارة عالية تتراوح بين ٥٠٠ ْم إلى ٦٠٠ ْم، وفقاً للتفاعل التالي:

$$2\,NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

يُمتص غاز كلوريد الهيدروجين الناتج في الماء مكوناً حامض كلوريد الماء، ثم يركز محلول كبريتات الصوديوم للحصول على بلورات من كبريتات الصوديوم.

* **طريقة هارجريجز** (Hargreaves Process): وتستخدم بصفة أساس في أوربا للحصول على كبريتات صوديوم عالية النقاوة، وتتم بتفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت، والهواء (الأكسجين)، وكلوريد الصوديوم، وبخار الماء وفقاً للتفاعل التالي:

$$4\,NaCl + 2SO_2 + 2H_2O + O_2 \xrightarrow{650^{\circ}C} Na_2SO_4 + HCl$$

● الاستخدامات

يستخدم حوالي ٥٠٪ من الإنتاج العالمي لكبريتات الصوديوم - بعد تحويلها إلى كبريتيت أو هيدروكسيد الصوديوم - في صناعة الورق حيث تقوم الكبريتات بهضم عجينة الخشب وإذابة مادة الليجنين (مادة كيميائية موجودة في الأخشاب)، كما يستخدم حوالي ٣٨٪ من الكبريتات في صناعة المنظفات الصناعية، والباقي منها يدخل في صناعات أخرى مثل صناعة الزجاج، والأصباغ والنسيج، وفي الصناعات الطبية والكيميائية.

كبريتيت الصوديوم

يتم تصنيع كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) وإنتاجها تجارياً على مرحلتين هما:

١ - امرار غاز ثاني أكسيد الكبريت في محلول كربونات الصوديوم فينتج عن ذلك محلول من كبريتيت الصوديوم الحامضية وبيكربونات الصوديوم، وفقاً للتفاعل التالي:

$$SO_2 + H_2O + Na_2CO_3 \longrightarrow NaHSO_3 + NaHCO_3$$

٢ - إضافة زيادة من محلول كربونات الصوديوم إلى كبريتيت الصوديوم الحامضية ($NaHSO_3$) الناتجة مع التسخين حتى الغليان، ثم تركيز المحلول وبلورته للحصول على كبريتيت الصوديوم كما في المعادلة التالية:

$$2\,NaHSO_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na_2SO_3 + CO_2 + H_2O$$

● الاستخدامات

يعد كبريتيت الصوديوم مركباً سهل التأكسد، لذلك يمكن استخدامه كعامل اختزال ضعيف في عدة عمليات صناعية منها صناعة الورق - تستهلك ٥٠٪ من الكمية المنتجة عالمياً - وتثبيت تبييض الخيوط والنسيج بعد معاملتها بالكلور، كما تستخدم كبريتيت الصوديوم كمادة حافظة للأطعمة، وفي صناعة السكر، وفي عمليات التصوير، وكمطهر، وكمضاد للتخمر.

ثيوكبريتات الصوديوم

تستخدم ثيوكبريتات الصوديوم ($Na_2S_2O_3$) في تبيض الصوف والزيوت، ويمكن تصنيعها بعدة طرق منها:

١ - تفاعل كبريتيت الصوديوم والكبريت الحر في محلول مائي حسب المعادلة التالية:

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

يتم تركيز المحلول المائي الناتج من هذا التفاعل ثم بلورته للحصول على ثيوكبريتات الصوديوم.

٢ - إمرار ثاني أكسيد الكبريت على محلول كبريتيت وكربونات الصوديوم - بتركيز أقل من ١٠٪ لكل منهما - وفقاً للمعادلة التالية:

$$Na_2CO_3 + 2Na_2S + 4SO_2 \longrightarrow 3Na_2S_2O_3 + CO_2$$

تجري للناتج عمليات تبخير وبلورة للحصول على ثيوكبريتات الصوديوم.

نترات الصوديوم

تصنع نترات الصوديوم ($NaNO_3$) بطريقتين أساسيتين هما:

١ - تفاعل حامض النيتروجين مع كلوريد الصوديوم أو كربونات الصوديوم.

٢ - كناتج ثانوي من عمليات تصنيع غاز الكلور حسب المعادلة التالية:

$$3\,NaCl + 4HNO_3 \longrightarrow 3NaO_3 + Cl_2 + NOCl + 2\,H_2O$$

تعد نترات الصوديوم (نترات شيلي) المصدر الأساس للنيتروجين المستخدم كسماد في العالم - على الرغم من تطور صناعة الأمونيا - حيث أنها تنتشر في مساحات واسعة وبكميات كبيرة. كما تستخدم نترات الصوديوم في صناعات أخرى أهمها صناعة الديناميت.

كربونات الصوديوم

استخدم المصريون القدماء كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) - الصودا - الطبيعية

المستخرجة من وادي النطرون في صناعة الزجاج ، كما استخدمت الصودا للحصول على الصابون عند مزجها مع الزيوت .

● طريقة التحضير

يتم إنتاج كربونات الصوديوم بعدة طرق صناعية ، أهمها وأكثرها انتشاراً طريقة **سولفي** ، ويستخدم فيها عدة مواد هي ملح كلوريد الصوديوم ، والحجر الجيري ، والفحم الحجري أو الغاز الطبيعي ، والأمونيا .

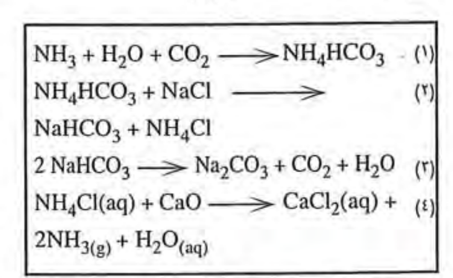
تتم طريقة **سولفي** ، شكل (٥) ، على عدة خطوات هي :

١ ـ تفاعل الأمونيا مع ثاني أكسيد الكربون ـ ناتج من حرق الحجر الجيري في وجود الفحم ـ والماء ، معادلة التفاعل (١) ، شكل (٦).

٢ ـ تفاعل بيكربونات الأمونيا الناتجة مع ملح كلوريد الصوديوم ، معادلة التفاعل (٢) ، فتترسب بيكربونات الصوديوم ، التي يتم فصلها باستمرار ، وذلك بإمرار المحلول خلال مرشحات (Filters)، مع رشها بماء غير عسر (لايحتوي على كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم).

٣ ـ تحلل (تكلس) بيكربونات الصوديوم بالحرارة إلى كربونات صوديوم ، وثاني أكسيد الكربون ، والماء ، معادلة التفاعل (٣) . ويلاحظ أن هذا التفاعل عكوس عند درجة حرارة ١٠٠°م ، لذلك لابد من فصل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء لاستمرار التفاعل باتجاه انتاج الكربونات فقط ، ويتم ذلك برفع درجة حرارة التفاعل إلى ١٨٠°م .

٤ ـ تفاعل كلوريد الأمونيا المتشكل مع الجير (أكسيد كالسيوم) لتحويله مرة أخرى إلى أمونيا ، معادلة التفاعل (٤) .


(١) $NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow NH_4HCO_3$

(٢) $NH_4HCO_3 + NaCl \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$

(٣) $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

(٤) $NH_4Cl(aq) + CaO \longrightarrow CaCl_2(aq) + 2NH_{3(g)} + H_2O_{(aq)}$

● شكل (٦) معادلات تفاعل طريقة سولفي.

● شكل (٥) مخطط صناعة كربونات الصوديوم بطريقة سولفي.

● الإستخدامات

تدخل كربونات الصوديوم (الصودا) في صناعات عديدة ، حيث يستخدم ٥٠٪ من إنتاجها العالمي في صناعة الزجاج ، و ٢٣٪ في تحضير مركب فوسفات الصوديوم ، و ٢٧٪ لتحضير مركبات صوديوم مختلفة مثل السيليكات والنترات والبيروكسيدات ، وفي صناعة المنظفات والأصباغ غير العضوية ، وصناعة الورق والجلود والأغذية .. وغيرها .

بيكربونات الصوديوم

يستخدم معظم الإنتاج العالمي من بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) في صناعة الأغذية ويستخدم الباقي منها في صناعات أخرى أهمها صناعة الأعلاف، والمطاط ، والأدوية ، والنسيج ، والجلود ، والورق .

يتم تحضير بيكربونات الصوديوم في برج تفاعل على عدة خطوات هي :

١ ـ يحضر محلول مركز من كربونات الصوديوم يتم صبه من أعلى برج التفاعل ليقابل غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط من أسفل البرج ، فتتكون بيكربونات الصوديوم وفقاً للتفاعل التالي :

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \xrightarrow{40^\circ C} 2NaHCO_3$$

٢ ـ يمرر معلق بيكربونات الصوديوم المتشكل من أسفل البرج إلى مرشحات، ثم إلى حوض غسيل حيث يتم فصله بطريقة الطرد المركزي .

٣ ـ تجفف بيكربونات الصوديوم الناتجة عند درجة حرارة ٧٠°م ، حيث تصل نقاوتها في هذه الحالة إلى ٩٩,٩٪ .

فوق أكسيد الصوديوم

فوق أكسيد الصوديوم (Na_2O_2) عبارة عن مسحوق لونه أصفر شاحب ، يتراوح قطر حبيباته بين ٠,٥ إلى ١ مم ، ويمتص الرطوبة من الهواء ويصبح شكله كالثلج لارتباطه بثمانية جزيئات من الماء ($Na_2O_2 . 8H_2O$).

● طرق التحضير

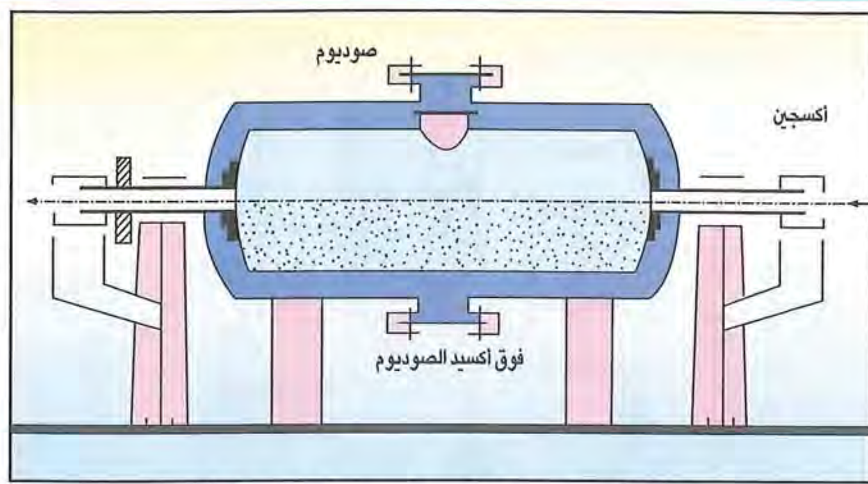
تعتمد الطرق الصناعية المستخدمة في تحضير فوق أكسيد الصوديوم على حرق معدن الصوديوم في الهواء الجاف في وجود كميات زائدة من الأكسجين حيث يتم التفاعل على مرحلتين وفقاً للتفاعلين التاليين :

$$4Na + O_2 \rightleftharpoons 2Na_2O$$

$$2Na_2O + O_2 \rightleftharpoons 2Na_2O_2$$

ومن أمثلة طرق تصنيع فوق أكسيد الصوديوم ، طريقة شركة **روسلر وهسلكر** الكيميائية (Rossler & Hasslacher Chemical Co) ، وتعتمد على إجراء تفاعل الصوديوم والأكسجين في فرن دوّار ، شكل (٧) ، عند درجة حرارة تتراوح بين ١٥٠°م إلى ٢٠٠°م .

تتألف وحدة التحضير من تسعة أفران يدخلها الصوديوم من أعلى ، والأكسجين من فتحة جانبية ، ويخرج فوق أكسيد الصوديوم من أسفل بتركيز يتراوح بين ٩٧٪ إلى ٩٨٪ ،



● شكل (٧) تحضير فوق أكسيد الصوديوم في الفرن الدوار.

بالإضافة إلى أكسيد الحديد بنسبة ٠,٠٠١٪.

● الاستخدامات

يستخدم فوق أكسيد الصوديوم كعامل مؤكسد، كما أنه يستخدم في العديد من الصناعات الكيميائية وفي تبييض الصوف والحرير والقطن والنسيج الصناعي وذلك بسبب احتواء فوق الأكسيد على ٢٠٪ وزناً من الأكسجين الفعّال.

هيبوكلوريت الصوديوم

يتم تصنيع هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) بطريقتين أساسيتين هما:

١ ـ معالجة محلول هيدروكسيد الصوديوم بغاز الكلور حسب التفاعل التالي:

$$Cl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O + NaOCl$$

٢ ـ التحليل الكهربائي لمحلول ملح الطعام.

● الاستخدامات

يستخدم هيبوكلوريت الصوديوم كمادة مطهرة ومبيدة للجراثيم، ومزيل للروائح الكريهة في مصانع الزبدة والجبن، بالإضافة إلى استخدامه في تبييض الأنسجة المصنوعة من القطن والقنب والحرير الصناعي.

هيدروكسيد الصوديوم

هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) عبارة عن مادة صلبة بيضاء اللون، سريعة الامتصاص للرطوبة والماء، كثافتها ٢,١٣جم/سم٣، وتنصهر عند درجة ٣١٢,٨°م، وتغلي عند درجة ١٣٩٠°م. يتحلل هيدروكسيد الصوديوم في الكحول والماء بسهولة مطلقاً حرارة، ويتم حفظه في أوعية من البلاستيك حتى لا يمتص الرطوبة أو غاز ثاني أكسيد الكربون ويتحول إلى كربونات الصوديوم.

● طرق التحضير

يمكن تحضير هيدروكسيد الصوديوم صناعياً بعدة طرق أهمها:

* **التحليل الكهربائي**: وذلك لملح كلوريد الصوديوم باستخدام الحاجز المسامي الذي يفصل بين القطبين الموجب والسالب، ويسمح للمحلول الملحي بالمرور فقط من القطب الموجب إلى القطب السالب، مع عدم حدوث تفاعلات جانبية.

تتم طريقة التحليل الكهربائي لتحضير هيدروكسيد الصوديوم من خلال عدة خطوات هي:

ـ تأين محلول كلوريد الصوديوم والماء عند درجة حرارة ٦٠°م ـ ٧٠°م وذلك كما يلي:

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

$$2H_2O \longrightarrow 2OH^- + 2H^+$$

ـ اتجاه أيون الهيدروجين إلى المهبط ويكتسب الكتروناً ليتعادل، وينطلق غاز الهيدروجين وفقاً للتالي:

$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$$

ـ اتجاه أيون الكلور إلى المصعد، ويفقد الكتروناً ليتعادل، وينطلق غاز الكلور كمايلي:

$$2\,Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e$$

ـ اتحاد أيون الصوديوم مع أيون الهيدروكسيل مشكلاً هيدروكسيد الصوديوم ثم يُبخر المحلول الناتج للحصول على هيدروكسيد الصوديوم في الحالة الصلبة طبقاً للتفاعل التالي:

$$Na^+ + OH^- \longrightarrow NaOH$$

* **الترسيب**: ويتم بمعالجة محلول ساخن من كربونات الصوديوم (٢٠٪) بأكسيد أو هيدروكسيد الكالسيوم حسب التفاعل التالي:

$$Na_2CO_3 + Ca\,(OH)_2 \longrightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

تترسب كربونات الكالسيوم بعد حوالي ساعة من حدوث التفاعل بمردود يصل إلى حوالي ٧٠٪، ثم تفصل الكربونات بالترشيح، ويُبخر المحلول المتبقي للحصول على هيدروكسيد الصوديوم.

● الاستخدامات

يعد هيدروكسيد الصوديوم من المواد الكيميائية الهامة بسبب استخداماته العديدة التي تتمثل في تحضير الكثير من المركبات الكيميائية العضوية وغير العضوية، وفي صناعة المنظفات والصابون والورق والأدوية والأصباغ والمطاط والنسيج بالاضافة لاستخداماته في الصناعات الغذائية والنفطية.

مركبات الصوديوم بالمملكة

يوجد في المملكة العربية السعودية بعض المصانع التي تقوم بانتاج أنواع مختلفة من مركبات الصوديوم، منها مصانع تحضير الصودا الكاوية في الجبيل (الشركة السعودية للبتروكيميائيات)، ومصنع لإنتاج هيبوكلوريد الصوديوم، ومصانع لإنتاج وتكرير الملح في جده، ومصنع صهر الرصاص ـ بمدينة الرياض ـ لإنتاج كبريتات الصوديوم كناتج ثانوي.



د. إبراهيم محمود النجار

المركبات الكلورية

رتبت العناصر (Elements) بنظام معين داخل الجدول الدوري، وجمعت العناصر المتشابهة الخواص في مجموعات، ويرجع ذلك لتشابه تركيبها الالكتروني، وهذا بدوره يحدد الخواص الكيميائية لهذه العناصر، وتسمى المجموعة التي يتكون منها الفلور والكلور والبروم واليود بالهالوجينات (Halogens)، وهي تتفاعل مع الفلزات وتكون أملاحاً في درجة الحرارة العادية تسمى هاليدات (Halides)، مثل الفلوريدات، والكلوريدات، والبروميدات، واليوديدات، وهذه الهالوجينات أحادية التكافؤ في مركباتها، وهي عناصر نشطة جداً وتوصف بأنها لا فلزات نموذجية.

تعد المركبات الكلورية من أهم الهاليدات صناعياً، حيث ترتبط بها كثير من الصناعات مثل الصناعات المعتمدة على عنصر الكلور فقط - الكلوريدات - أو الكلور والكبريت، أو الكلور والأكسجين. وبصفة عامة تتميز المركبات الكلورية بأن أغلبها سريع الذوبان في الماء وأنها بيضاء اللون، ونظراً لتنوعها فإن خواصها الفيزيائية والكيميائية - وبالتالي استخداماتها - تختلف حسب نوع المركبات الناتجة، ويمكن تفصيل ذلك فيما يلي:

الكلوريدات

تتميز الكلوريدات - بصفة عامة - بأنها تنصهر وتغلي عند درجات حرارة عالية، وسريعة الذوبان في الماء - باستثناء البعض مثل كلوريد الفضة - وإن ذوبانها يزيد في الماء الحار. ويوضح جدول (١) بعض الصفات الفيزيائية لأهم الكلوريدات إضافة إلى مجالات استخداماتها الصناعية.

إضافة إلى كلوريد الصوديوم - ملح الطعام - وكلوريد البوتاسيوم الذي تم

المركب	الكثافة (جم/سم٣)	الخواص الفيزيائية				أهم الاستخدامات الصناعية
		درجة الانصهار (٥م)	درجة الغليان (٥م)	الذوبان في الماء (جم/١٠٠ مل)		
				بارد	حار (١٠٠م)	
كلوريد الصوديوم (NaCl)	٢,١٦٥	٨٠١	١٤١٣	٣٥,٧ (٩م)*	٣٩,١٢	العديد من الصناعات غير العضوية، الصناعات الغذائية، الحصول على الصوديوم.
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	١,٩٨٤	٧٧٠	١٥٠٠	٣٤,٧ (٣٠م)	٥٦,٧	إنتاج مركبات البوتاسيوم، مستحضرات صيدلانية، أسمدة.
كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$)	٢,١٥	٧٨٢	١٦٠٠	٧٤,٥ (٢٥م)	١٥٩	مادة مجففة، إذابة الثلوج، رصف الطرق، عمليات التصلب، عمليات حفر آبار النفط.
كلوريد الألمنيوم ($AlCl_3$)	٢,٤٤	١٩٠**	١٨٢,٧	٦٩,٩ (٥م)	يذوب مع تفكك	محفز في الصناعات البتروكيميائية مثل عمليات الألكلة، صناعة الأصباغ والمنظفات والنسيج، مواد التجميل والصيدلانيات.
كلوريد الفضة (AgCl)	٥,٥٦	٤٥٥	١٥٥٠	٨,٩ × ١٠$^{-٥}$ (١٠م)	٢,١ × ١٠$^{-٣}$	أشرطة التصوير
كلوريد الزئبق ($HgCl_2$)	٥,٤٤	٢٧٦	٣٠٢	٦,٩ (٢٠م)	٤٨	العقاقير الطبية، الصناعات غير العضوية.
كلوريد الحديديك ($FeCl_3$)	٣,١٦	٦٧٢	تنصهر	٦٤,٤ (١٠م)	١٠٥,٧	مادة محفزة في الصناعات البتروكيميائية، العديد من الصناعات غير العضوية.
كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl)	١,٥٣	٣٤٠	٥٢٠	٢٩,٧ (صفر مئوي)	٧٥,٨	بعض الصناعات الغذائية.

● جدول (١) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض الكلوريدات

* درجة الحرارة الخاصة بالإذابة الموضحة ** عند ٢,٥ ضغط جوي.

المركب	الكثافة (جم/سم³)	الخواص الفيزيائية: درجة الانصهار (°م)	درجة الغليان (°م)	الذوبان في الماء: بارد	حار (١٠٠°م)	أهم الاستخدامات الصناعية
هيبوكلورات الكالسيوم $Ca(OCl)_2$	٢,٣٥	١٠٠ ينصهر	–	يذوب	–	مادة مطهرة في حمامات السباحة ، مادة مبيضة.
كلورايت الصوديوم ($NaClO_2$)	–	١٨٠ـ٢٠٠ (ينصهر)	–	٣٩ (١٧°م)	٥٥	مادة مؤكسدة لبعض الالياف السيليلوزية ، والورق ، ومطهر للماء ، مصدر للكلور .
كلورات الصوديوم ($NaClO_3$)	٢,٤٩	٢٤٨ـ٢٦١	ينصهر	٧٩ (صفر°م)	٢٣٠	تبييض لب الخشب ، أكسدة اليورانيوم ، مبيدات الأعشاب ، صناعة الثقاب ، وقود الصواريخ .
كلورات البوتاسيوم ($KClO_3$)	٢,٣٢	٣٥٦	٤٠٠ ينصهر	٧,١ (٢٥°م)	٥٧	المتفجرات ، الألعاب النارية .
بيركلورات الصوديوم ($NaClO_4$)	–	٤٨٢	ينصهر	يذوب	يذوب بشدة	الألعاب النارية ، الصواريخ.
بيركلورات البوتاسيوم ($KClO_4$)	٢,٥٢	ينصهر ٦٠٠	٤٠٠ ينصهر	٠,٧٥ (صفر°م)	٢١,٨	الألعاب النارية ، الصواريخ .
بيركلورات الأمونيوم (NH_4ClO_4)	١,٩٥	ينصهر	–	١٠,٧٤ (صفر°م)	٤٢,٤٥	الألعاب النارية ، الصواريخ .
حامض البيركلوريك ($HClO_4$)	١,٧٦٤	–١١٢	٣٩	يذوب إلى ما لا نهاية	(عند ٨٥°م) –	مادة مؤكسدة لمواد القصدير .
ثاني أكسيد الكلور (ClO_2)	٣,٠٩	–٥٩,٥	٩,٩	٢٠٠٠ (٤°م)	يتفكك	تبييض لب الخشب ، تعقيم مياه الشرب .

● جدول (٢) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض المركبات الكلورو ـ أكسجينية

التطرق إليهما في مقالين منفصلين فإن أهم الكلوريدات تتمثل فيما يلي :

● كلوريد الكالسيوم

تحتوي معظم جزيئات كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) على جزيئين من الماء ($CaCl_2 . 2H_2O$) ، ويمكن الحصول عليه كناتج ثانوي من العمليات الكيميائية مثل عمليات **سولفي** (Solvay) ، حيث تتكون كربونات الصوديوم من كلوريد الصوديوم وكربونات الكالسيوم بمساعدة الأمونيا ، وكذلك من عمليات تصنيع أكسيد البروبلين خلال عمليات تكون الكلوروهيدرين .

يتم تصنيع كلوريد الكالسيوم بتركيز المحلول الملحي الناتج عن عمليات **سولفي** تحت الضغط المنخفض ، ومن ثم تبخيره تحت الضغط الجوي العادي لفصل الماء عن الملح المميه ($CaCl_2.2H_2O$) ، حيث يمكن الحصول على الملح الجاف ($CaCl_2$) عن طريق التبخر في أبراج تجفيف مميع (Fluidized Bed Drier) .

● كلوريد الألمنيوم

يعد كلوريد الألمنيوم من الكلوريدات الهامة لما له من أهمية صناعية في كثير من الصناعات البتروكيميائية والصيدلانية خاصة في حالة وجوده على شكل جاف (لا مائي)

يُصنع كلوريد الألمنيوم اللامائي بعملية كلورة فلز الألمنيوم في وعاء مبطن بالخزف (السيراميك) عند درجة حرارة ٦٠٠ ـ ٧٥٠°م . أما كلوريد الألمنيوم المائي ($Al Cl_3.6H_2O$) فيمكن الحصول عليه عند تفاعل هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$ مع حامض كلوريد الهيدروجين ، أو غاز كلوريد الهيدروجين ، وذلك وفقاً للمعادلة التالية :

$$Al(OH)_3 + 3HCl + 3H_2O \longrightarrow AlCl_3 . 6H_2O$$

المركبات الكلورو ـ أكسجينية

تتميز المركبات الكلورو ـ أكسجينية بأن أغلبها ينصهر عن درجات حرارة أقل من درجة انصهار الكلوريدات ، كما أن لها درجة ذوبان عالية في الماء البارد ، وفضلاً عن ذلك فهي مواد مؤكسدة فعّالة مما يكسبها أهمية في عمليات تطهير المياه وكمواد تبييض ، جدول (٢) .

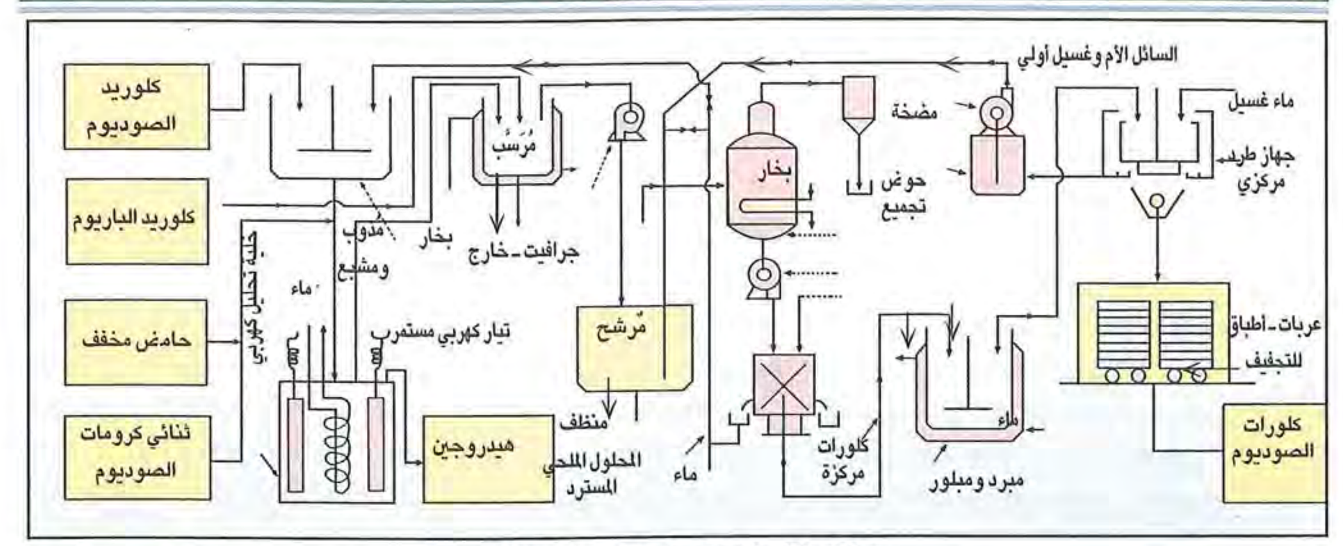
بالاضافة إلى هيبوكلورات الصوديوم التي تم التطرق إليها في مقال سابق فإن أهم المركبات الكلورو ـ أكسجينية مايلي :

● هيبوكلورات الكالسيوم

يمكن الحصول على هيبوكلورات الكالسيوم [$Ca(OCl)_2$] بعدة طرق أهمها عملية كلورة هيدروكسيد الكالسيوم ـ تستخدم عند استخدام الهيبوكلورات كمبيض في عمليات الغسيل ـ التي تتم بتعليق محلول هيدروكسيد الكالسيوم ، ثم إمرار الكلور عليه ليتكون ملح كلوريد الكالسيوم الذائب مع ترسب الهيبوكلورات وذلك طبقاً للمعادلة التالية :

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow Ca(OCl)_2 . 2H_2O + CaCl_2$$

كما يمكن تحضير هيبوكلورات الكالسيوم بوساطة تفاعل ملح الطعام مع هيدروكسيد الكالسيوم ، أو بتبريد الملح



● شكل (١) مخطط تصنيع كلورات الصوديوم.

المكون من [$Ca(OCl)_2 . NaOCl . NaCl.12H_2O$] والمحضر بكلورة خليط من هيدروكسيد الصوديوم والكالسيوم وذلك كما يلي :

$$Ca(OH)_2 + 2NaOCl + Cl_2 + 11H_2O \longrightarrow Ca(OCl)_2 . NaOCl . NaCl . 12H_2O$$

حيث يتفاعل الخليط المذكور وذلك وفقاً لمعادلة التفاعل النهائية التالية :

$$[Ca(OCl)_2 . NaOCl . NaCl . 12H_2O] + Ca(OCl)Cl \longrightarrow 2Ca(OCl)_2 . 2H_2O + 2NaCl + 10H_2O$$

ويتم فصل الملح الناتج [$Ca(OCl)_2 . 2H_2O$] بوساطة الترشيح ، ومن ثم تجفيفه إلى ملح لامائي [$Ca(OCl)_2$] لتصل نسبته إلى حوالي ٧٠٪ .

ويتميز الملح الناتج [$Ca(OCl)_2$] بأنه لا يتفكك وثابت عند تركه مدة طويلة قبل استخدامه كمسحوق للغسيل ، كما أنه يعد أقوى بمرتين من أي نوع من أنواع مساحيق الغسيل الأخرى ، وعند تحلله يكون أيوني الكالسيوم والهيبوكلورات الفعّال في عمليات الأكسدة وتبييض الملابس وذلك وفقاً لما يلي :

$$Ca(OCl)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OCl^-$$

● كلورايت الصوديوم

تعد كلورايت الصوديوم [($NaClO_2$)] الوحيدة من الكلورايت التي يتم تصنيعها للاستفادة منها حيث أن ٨٠٪ من الملح المحضر تجارياً يحتوي على ١٢٥٪ من الكلور الحر (Cl_2) .

يتم الحصول على الكلورايت بتفاعل ثاني أكسيد الكلور (ClO_2) مع هيدروكسيد الصوديوم في وجود بيروكسيد الهيدروجين كعامل مؤكسد كما هو موضح من المعادلة التالية :

$$2ClO_2 + 2NaOH + H_2O_2 \longrightarrow NaClO_2 + 2H_2O + O_2$$

يضاف بيروكسيد الهيدروجين بكميات اضافية حيث أن المحلول القلوي (NaOH) يعمل على تحلل جزء كبير منه .

تعد مادة كلورايت الصوديوم مادة مؤكسدة قوية ، ونظراً لسهولة تحللها فإنه يتم تسويقها بشكل أحادي الماء أو خليط مع كلوريد الصوديوم أو نيترات الصوديوم .

● كلورات الصوديوم والبوتاسيوم

تعد كلورات الصوديوم ($NaClO_3$) والبوتاسيوم ($KClO_3$) من المركبات المهمة صناعياً ، ويتم تحضير كلورات البوتاسيوم من كلورات الصوديوم وذلك حسب المعادلة التالية :

$$NaClO_3 + KCl \longrightarrow KClO_3 + NaCl$$

ويتم تصنيع كلورات الصوديوم بواسطة عملية التحليل الكهربي (Electrolysis) لمحلول ملحي مشبع - مكون من كلوريد الصوديوم وكلوريد الباريوم - وحامض كلوريد الهيدروجين المخفف في وجود كرومات الصوديوم (٢جم/لتر) ، وذلك لتقليل مفعول التآكل الناتج عن وجود حامض الهيبوكلور الموجود في المحلول . ويوضح الشكل (١) جميع مراحل تحضير كلورات الصوديوم .

يتكون المحلول الملحي من الماء (Soft Water) أو المحلول المركز من عمليات تبخير وتنقية الملح الصخري للصوديوم والمغنيسيوم . ويتم ملء الخلية الكهربية الفولاذية المستطيلة الصنع إما بالمحلول المحلي أو بالمحلول الملحي المسترد والمحتوي على الكلورات المذابة في المحلول المركز بعد عمليات التبخير .

تصنع أقطاب الخلايا الصغيرة من الجرافيت والفولاذ ، أما في حالة الخلايا الكبيرة فإنها تصنع من الجرافيت . من جانب آخر طرأ تحسين في التصاميم الجديدة بحيث يكون قطب المصعد (الأنود) ثابت الأبعاد ومغطى بطبقة من التيتانيوم (DSA) أومن التيتانيوم والنيوبيوم (Niobium) وبفضل التحسين في صفات المصعد فقد أمكن الحصول على كفاءة أعلى للخلية .

تحفظ الخلية عند درجة حرارة ٤٠°م وذلك بواسطة الماء المبرد (أما في حالة الخلايا الأخرى (DSA) فإنه يلزم حفظها عند درجة حرارة أعلى من ٤٠°م).

ينشأ عن عملية التحلل الكهربي تكوين هيدروكسيد الصوديوم عند المهبط (الكاثود) والكلور عند المصعد (الأنود)، ونظراً لعدم وجود حاجز داخل الخلية يحصل الاختلاط وتتكون هيبوكلورات الصوديوم والتي بدورها تتأكسد مكونة الكلورات، ويمكن توضيح التفاعل في المعادلة التالية:

$$NaCl + 3H_2O \longrightarrow NaClO_3 + 3H_2$$
$$\Delta H = 937\ KJ$$

يتم ضخ المحلول الناتج من العمليات السابقة إلى حوض ويسخن ببخار عند درجة حرارة ٩٠°م. وذلك لتفكيك الهيبوكلورايت إن وجدت، ومن ثم يتم تحليل المحلول الناتج لتعيين محتواه من الكرومات التي سبق اضافتها في بداية التفاعل، ويتم على ضوء ذلك إضافة الكمية المناسبة من كلوريد الباريوم لترسيب معظم الكرومات الموجودة. يتم ترسيب سبخة الجرافيت الناتجة من سبخة الأقطاب وكذلك كرومات الباريوم في قاع الحوض، ويؤخذ المحلول الرائق خلال مرشح إلى خزان التبخير، وتتم معادلته بواسطة كربونات الصوديوم (Soda Ash)، ويتم تبخيره في مبخر مزدوج إلى أن يتم الحصول تقريباً على ٧٥٠جم/لتر من كلورات الصوديوم.

بعد ذلك يترك المحلول ليركد (Settle) وذلك لإزالة كلوريد الصوديوم المترسب. ويمكن تكرار العمليات السابقة للحصول على المزيد من الكلورات وكلوريد الصوديوم. ثم يرشح المحلول النهائي، ومع التبريد تبدأ بلورات كلورات الصوديوم في التكون، يمكن فصلها باستخدام جهاز الطرد المركزي ثم تجفف.

● البيركلورات

تعد بيروكلورات الصوديوم ($NaClO_4$) والبوتاسيوم ($KClO_4$) والأمونيوم (NH_4ClO_4) من المواد المهمة صناعياً. وتصنع بيروكلورات البوتاسيوم بتحويل كلورات الصوديوم إلى بيروكلورات الصوديوم بواسطة التحلل الكهربائي في خلية مصنوعة من الفولاذ يكون قطب المصعد فيها من البلاتين وتعمل بقوة ٥,٥ - ٦,٥ فولت، و ٢٥٠٠ أمبير، وعند درجة حرارة ٦٥°م، وذلك وفقاً للمعادلة التالية:

$$NaClO_3 + H_2O \xrightarrow{\text{تحلل كهربي}} NaClO_4 + H_2$$

يضاف راشح محلول كلوريد البوتاسيوم إلى بيروكلورات الصوديوم ليتم ترسب بلورات بيروكلورات البوتاسيوم، والتي يمكن الحصول عليها باستخدام جهاز الطرد المركزي، ويتم غسلها وتجفيفها.

يمكن استخدام المحلول الأم - يحتوي على كلوريد الصوديوم - كمغذي لخلية تصنيع كلورات الصوديوم. كما يمكن الحصول على بيروكلورات البوتاسيوم والأمونيوم بتبادل كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الأمونيوم مع بيروكلورات الصوديوم والتي تم الحصول عليهما من كلورات الصوديوم عن طريق عملية التحلل الكيميائي المذكورة آنفاً.

● حامض البيركلوريك

يتم تصنيع حامض البيروكلوريك ($HClO_4$) بإستخدام عملية **ميرك** (Merck) بإذابة الكلور في حامض بيروكلوريك بارد (صفر مئوي)، ويتأكسد كهروكيميائيا وفق المعادلة التالية:

$$Cl_2 + 8H_2O \longrightarrow HClO_4 + 7H_2O$$

ويتم التأكسد الكهروكيميائي ذلك في خلية لها حاجز من قماش بلاستيكي وقطب مصعد (أنود) من البلاتين، وقطب مهبط (كاثود) من الفضة.

المركب	الخواص الفيزيائية					أهم الاستخدامات الصناعية
	الكثافة جم/سم^3	درجة الانصهار (°م)	درجة الغليان (°م)	الذوبان في الماء: بارد	الذوبان في الماء: حار (١٠٠°م)	
ثاني كلوريد ثاني الكبريت (S_2Cl_2)	١,٦٧٨	-٨٠	١٣٥,٦	يتفكك	يتفكك	تحضير المركبات الكبريتية الأخرى، مادة محفزة لكلورة حامض الخل، فلكنة المطاط، زيوت التشحيم.
ثاني كلوريد الكبريت (SCl_2)	١,٦٦٢	-٧٨	٥٩ (يتفكك)	-	-	تفاعلات السلفنة والكلورة.
كلوريد الثيونيل ($SOCl_2$)	١,٦٥٥	-١٠٥	٧٨,٨	يتفكك	يتفكك	كلورة المركبات العضوية، مبيدات الحشرات، المواد الصيدلانية والأصباغ والتلوين، نزع الماء لكلوريدات الفلزات، الخلايا الجلفانية.
كلوريد السلفوريل (SO_2Cl_2)	١,٦٦٧	-٤٥	٦٩,١	يتفكك	يتفكك	مادة مكلورة، الأصباغ، المركبات الصيدلانية، مادة مطهرة.
حامض كلورو سلفونيك ($ClSO_3H$)	١,٧٦٦	-٨٠	١٥٨	يتفكك	-	عامل مساعد لعمليات السلفنة والكلورو سلفنة، وفي تحضير المركبات العضوية.

● جدول (٣) الخواص الفيزيائية وأهم الاستخدامات الصناعية لبعض المركبات الكلورو كبريتية.

ويستخدم مبرد من الفضة لإزالة الحرارة الناتجة ، ويتم سحب جزء من الألكتروليت (Electrolyte)، ليعطي ناتج من حامض البيركلوريك بنسبة ٧٠٪ وهي النسبة المتوفرة في الأسواق لهذا الشكل .

ويمكن الحصول على حامض بيروكلوريك غير مائي (Anhydrous) عن طريق تركيز الحامض التجاري (٧٠٪) تحت ضغط منخفض وفي وجود مادة ماصة للماء مثل كلورات المغنيسيوم .

يتفاعل الحامض مع المركبات العضوية محدثاً انفجاراً ، وهو عند ما يكون نقياً يبقى ثابتاً عند درجة حرارة الغرفة ولمدة ٣ إلي ٤ يوم ، ثم يبدأ في التحلل ليعطي ٨٤,٦٪ حامض ($HClO_4 . H_2O$) مع ثاني الكلورسباعي الأكسجين (Cl_2O_7) .

يعد ثاني أكسيد الكلور (ClO_2) من أهم أكاسيد الكلور من الناحية الصناعية ، وهو غاز عند درجة حرارة الغرفة ، ونظراً لخواصه الانفجارية يفضل تحضيره عند الحاجة، أو تخفيفه بغاز آخر خامل (نيتروجين ، ثاني أكسيد الكربون) بـ١٠ ـ ١٥٪ حجماً ، وذلك لمنع الانفجار .

يمكن الحصول على ثاني أكسيد الكلور تجارياً ، بتفاعل طارد للحرارة بين كلورات الصوديوم في محلول بتركيز ٤ ـ ٤,٥ مولار (M) من حامض كبريت ومحتوياً على ٠,٠٥ ـ ٠,٢٥ (M) من أيون الكلوريد مع وجود ثاني أكسيد الكبريت ، حسب المعادلة التالية :

$$2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow ClO_2 + NaHSO_4$$

وعند الحاجة إلى غاز (ClO_2) بكميات صغيرة يمكن استخدام كلورايت الصوديوم لتتفاعل مع الكلور كما هو موضح فيما يلي :

$$2NaClO_2 + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + 2ClO_2$$

يتميز غاز (ClO_2) بأنه ذو لون أصفر عند درجة حرارة الغرفة ويذوب بالماء وثابت كيميائياً في الظلام ، لكنه يتحلل في الضوء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) وحامض الكلوريك ($HClO_3$) .

المركبات الكلورو ـ كبريتية

يتحد الكبريت بنسب مولية مختلفة مع الكلور لتكوين مركبات كلورو كبريتية مختلفة ، وهي عموماً ذات درجات انصهار أقل من الصفر المئوي وتتفكك في الماء البارد .

تستخدم المركبات الكلورو ـ كبريتية في صناعات عديدة حسب نوعها ، حيث تدخل كمواد محفزة في الصناعات البتروكيميائية وفي صناعة المبيدات الحشرية ، والمطهرات ، وغيرها ، جدول (٣) . ويمكن استعراض بعض المركبات الكلورو كبريتية فيما يلي :

● ثاني كلوريد ثاني الكبريت

يصنع ثاني كلوريد ثاني الكبريت (S_2Cl_2) بإمرار الكلور في محلول الكبريت عند درجة حرارة ٢٤٠°م تقريباً ، في وجود عامل مساعد ($FeCl_3$, $AlCl_3$) ، ويتم تنقيته بعملية تقطير كما يتضح من المعادلة التالية:

$$Cl_2 + 2S \xrightarrow[FeCl_3,\ AlCl_3]{240^\circ م} S_2Cl_2$$

كما ينتج كمنتج ثانوي بإضافة الكبريت لثاني كلوريد الكبريت (SCl_2) الذي يتم الحصول عليه كمنتج ثانوي وذلك وفقاً للمعادلة :

$$SCl_2 + S \longrightarrow S_2Cl_2$$

يعد (SCl_2) المادة الأساسية لتحضير مركبات كبريتية أخرى مثل ثاني كلوريد الكبريت (S_2Cl_2) ، كلوريد الثيونيل ($SOCl_2$) ورباعي فلوريد الكبريت (SF_4) ، كما يتفاعل مع الكحولات المتعددة (Polyols) ليكوّن إضافات لزيوت التشحيم تحت ضغط مرتفع ،ولقطفات الزيوت .

● ثاني كلوريد الكبريت

يتم الحصول على ثاني كلوريد الكبريت (SCl_2) صناعياً من تفاعل محلول ثاني كلوريد ثاني الكبريت (S_2Cl_2) مع غاز الكلور عند درجة حرارة منخفضة وفي وجود عامل محف مثل اليود ، كما يتضح من المعادلة التالية :

$$S_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{I_2} 2SCl_2$$

يعد (SCl_2) غير ثابت ، ويتحلل إلى المواد الأولية المكونة له ، وعادة يتكون كمادة وسطية .

● كلوريد الثيونيل

يتم تصنيع كلوريد الثيونيل ($SOCl_2$) بتفاعل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) ، أو ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) والكلور مع ثاني كلوريد الكبريت أو مع ثاني كلوريد ثاني الكبريت في وجود كربون نشط كمادة محفزة . كما أنه يمكن تصنيعه بتفاعل ثالث كلوريد الفوسفور(PCl_3) مع كلوريد السلفوريل (SO_2Cl_2) . وذلك وفقاً للمعادلات التالية :

$$SO_2 + SCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2SOCl_2$$

$$SO_3 + 2SCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 3SOCl_2$$

$$2SO_2 + S_2Cl_2 + 3Cl_2 \longrightarrow 4SOCl_2$$

$$SO_3 + S_2Cl_2 + 2Cl_2 \longrightarrow 3SOCl_2$$

$$SO_2Cl_2 + PCl_3 \longrightarrow POCl_3 + SOCl_2$$

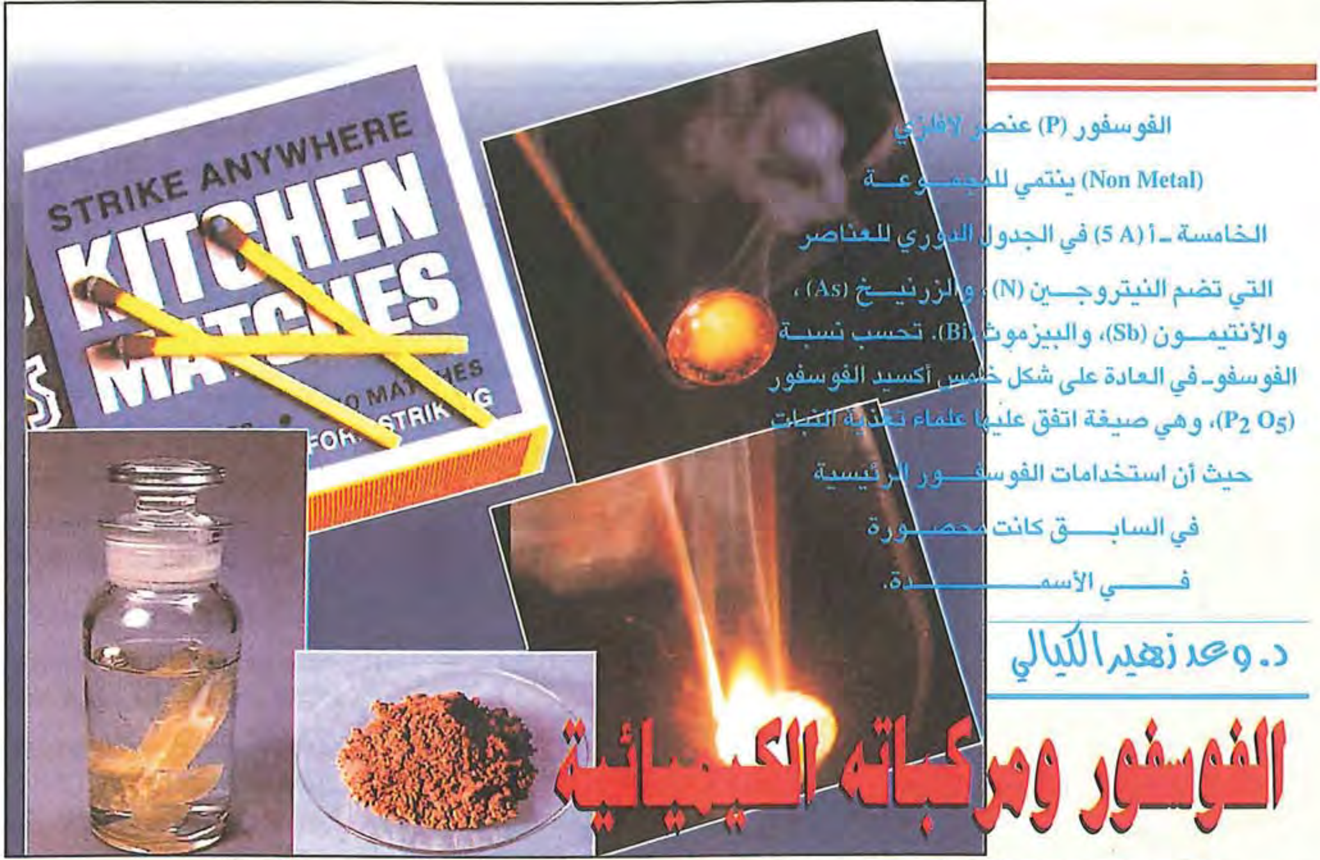
● كلوريد السلفوريل

يتم تصنيع كلوريد السلفوريل (SO_2Cl_2) بتفاعل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) مع الكلور (Cl_2) في وجود كربون نشط كعامل محفز في أنبوبة مبردة جيداً .

● حامض كلوروسلفونيك

يتم تصنيع حامض كلورو سلفونيك ($ClSO_3H$) بتفاعل محلول ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) أوالأوليوم مع كلوريد الهيدروجين (HCl) ، كما أن التفاعل يمكن أن يتم في الحالة الغازية بين المزيد من (HCl) الجاف ، وغاز ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) الناتج من عملية صناعة حامض الكبريت (H_2SO_4) ليكون ($ClSO_3H$) .

$$HCl + SO_3 \longrightarrow ClSO_3H$$



الفوسفور (P) عنصر لافلزي (Non Metal) ينتمي للمجموعة الخامسة ـ أ (5 A) في الجدول الدوري للعناصر التي تضم النيتروجين (N)، والزرنيخ (As)، والأنتيمون (Sb)، والبيزموث (Bi). تحسب نسبة الفوسفو ـ في العادة على شكل خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5)، وهي صيغة اتفق عليها علماء تغذية النبات حيث أن استخدامات الفوسفور الرئيسية في السابق كانت محصورة في الأسمدة.

د. وعد زهير الكيالي

الفوسفور ومركباته الكيميائية

يوجد الفوسفور بنسبة ١٣,٠٪ من تركيب القشرة الأرضية، ويعد معدن الأباتيت الفلورى (Fluor Apatite) ـ صيغته الكيميائية [$3Ca_3(PO_4)_2 . Ca(F,Cl)$] ـ من أهم مصادره في الطبيعة حيث يحتوي على نسبة ٤٢,٣٪ (P_2O_5)، ويتواجد على شكل منشور سداسي منتظم. ومن المصادر الأخرى للفوسفور في الطبيعة الفوسفوريت [$3Ca_3(PO_4)_2 . Ca(OH)_2$] وفوسفات الحديد [$Fe_3(PO_4)_2 . 8H_2O$]II. أخذ الفوسفور يكتسب أهمية كبرى ـ بجانب أهميته في صناعة الأسمدة ـ بعد الحرب العالمية الثانية حيث أخذ يدخل في صناعة الأغذية والمنظفات ومعالجة المياه ومصافي البترول والنسيج والأدوية ومواد التجميل وغيرها، ويوضح الجدول (١) أهم استخدامات بعض مركبات الفوسفور.

تعد الولايات المتحدة الأمريكية وشمال أفريقيا من أهم مناطق إنتاج الفوسفات في العالم، وعلى مستوى الوطن العربي تبلغ نسبة إنتاج الفوسفات حوالي ٢٤٪ من مجموع الإنتاج العالمي.

تعد معادن الفوسفات المصدر الرئيس لصناعة المركبات المختلفة للفوسفور، وسيتناول هذا المقال أهم مركبات الفوسفور من حيث طرق تصنيعها من خاماتها الرئيسة وأهميتها الصناعية وذلك كما يلي:

الفوسفور

للفوسفور ثلاثة أشكال متأصلة هي الفوسفور الأبيض والأحمر والأسود، ومن أهمها صناعياً الشكلين الأبيض والأحمر.

يتم الحصول على الفوسفور الأبيض (P) باختزال خام الفوسفور (الأباتيت) بالكوك (C) والسيليكا في فرن كهربائي عند درجة حرارة ١٤٠٠ْم وذلك حسب المعادلات التالية:

$$Ca_3(PO4)_2 + 5CO \xrightarrow{1400^\circ} 3CaO + 5CO_2 + P_2$$

$$5CO_2 + 5C \longrightarrow 10\,CO$$

$$Ca3(PO4)_2 + 5C \longrightarrow 3CaO + 5CO + P_2$$

تستخدم السيليكا لتحويل أكسيد الكالسيوم (CaO) إلى خبث ذو درجة انصهار منخفضة

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

يمتص الخبث المذكور ($CaSiO_3$) معظم الشوائب المصاحبة ماعدا الحديد ـ يتحول إلى فوسفور الحديد (Fe_2P) ـ وجزء من الفلوريد.

تتألف وحدة إنتاج الفوسفور من مفاعل كهروحراري ومرشح للغاز ثم مكثف للفوسفور، شكل (١).

يتألف المفاعل الحراري من جدران حديدية بقطر يتراوح ما بين ٨ إلى ١٠ أمتار وارتفاع ٦م وأرضية أسمنتية، وتتوسط هذه الجدران أقطاب كهربائية نصف قطر كل منها ١,٤م. ينجم عن التفاعل تكوين غاز أول أكسيد الكربون (CO) في قاع المفاعل عند درجة حرارة ١٤٠٠ ـ ١٤٥٠ْم مما يؤمن وجود جواً خاملاً لمنع الاشتعال أو الانفجار داخل المفاعل. وفضلاً عن ذلك يستحسن تمرير غاز حامل (مثل النيتروجين) تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي وعند درجة حرارة ٣٠٠ إلى ٤٠٠ْم. يتم تجميع الحديد الفوسفوري (Fe_2P) في قاع المفاعل ـ يزال كل أسبوع ـ ثم تليها طبقة من الخبث ($CaSiO_3$) تتم ازالتها كل أربع ساعات.

تنطلق الغازات الحارة لتمر على وحدتين من المنظفات الكهربائية لعزل ٩٠٪ من الغبار المصاحب لها في الوحدة الأولى، والباقي يتم التخلص منه عند مروره على الوحدة الثانية، بعدها تمرر الغازات النظيفة على ثلاثة أبراج مزودة بالماء لتكثيف الفوسفور الغازي المتصاعد على شكل فوسفور أبيض ليتم جمعه تحت سطح الماء في مستودع خاص لوقايته من الهواء.

يعد الفوسفور الأبيض الأكثر فعالية يليه الأحمر ثم الأسود، ومن صفات الفوسفور الأحمر والأسود أنهما ثابتان في الهواء.

يتم الحصول على الفوسفور الأحمر بتسخين الفوسفور الأبيض إلى درجة حرارة ٢٥٠°م لعدة ساعات في أوتوكلاف حديدي. يحتوي الفوسفور المتحول ما بين ٠,٥ إلى ١٠,٠٪ من الفوسفور الأبيض حيث يعزل بمعالجته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف والساخن أو ثنائي كبريتيد الكربون أو البنزين، ومن ثم يرشح الفوسفور الأحمر في مرشحات ضاغطة ويغسل ويجفف ويعبأ في علب معدنية، ويستخدم الفوسفور الأبيض في المصابيح المتوهجة وفي تحضير أسطح أعواد الثقاب بعد مزجه بالزجاج المطحون.

يتم الحصول على الفوسفور الأسود مبلوراً بتسخين الفوسفور الأبيض عند درجة حرارة ٢٢٠ ـ ٣٧٠°م تحت ضغط مرتفع يصل إلى ١٢٠٠ جواً لمدة ثمانية أيام في وجود الزئبق كمحفز مع قليل من الفوسفور الأسود.

(١) (٢) (٣) (٤) (٥) (٦) (٨) (٩) ماء ماء (٩)

١ـ مزيج المواد الأولية ٢ـ الأقطاب ٣ـ فرن الإرجاع ٤ـ حديد فوسفوري ٥ـ غبار معزول ٦ـ سيكلونات ٧ـ غواسل ٨ـ غاز أول أكسيد الكربون ٩ـ مستودع لجمع الفوسفور

● شكل (١) وحدة إنتاج الفوسفور الأبيض.

يمتاز الفوسفور الأسود عن الأشكال الأخرى للفوسفور بقدرته على نقل التيار الكهربائي.

خامس أكسيد الفوسفور

يتم تحضير خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) بحرق الفوسفور الأبيض ـ يستهلك حوالي ٨٥٪ من الفوسفور الأبيض لإنتاج (P_2O_5) ـ وذلك باستخدام مفاعلات كهربائية تشبه تلك المستخدمة في تحضير حامض الفوسفور، وذلك باستخدام هواء جاف وتمريره داخل مفاعل ـ يحوي الفوسفور الأبيض ـ عند درجة حرارة ١٧٠ ـ ٢٠٠°م، وتبرد جدرانه من الخارج بالماء لخفض درجة حرارة الغازات الناتجة، ويتم فصل ٩٥٪ منه على شكل (P_2O_5). ما الغازات المتبقية فترسل إلى وحدات تحضير حامض الفوسفور.

يستخدم (P_2O_5) كعامل مجفف في تفاعلات نزع الماء من المركبات العضوية، وكمادة محسنة للأسفلت، وفي صناعة المواد الفعالة سطحيًا أثناء تحضير البلاستيك، وفي زيوت المعالجة، وفضلاً عن ذلك فإنه يستخدم في تحضير حامض الفوسفور بأشكاله المختلفة وذلك عند تفاعله مع الماء بنسب مختلفة.

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$
$$P_2O_5 + 2H_2O \longrightarrow H_4P_2O_7$$
$$P_2O_5 + 5H_2O \longrightarrow 2H_5P_3O_{10}$$
$$nP_2O_5 \; nH_2O \longrightarrow 2(HPO_3)n$$

حامض الفوسفور

ينتج حامض الفوسفور بطريقة تهضيم معدن الأباتيت بحامض الكبريت وتسمى بالطريقة الرطبة، وهي كما يلي:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3CaSO_4.2H_2O$$

كما ينتج بطريقة حرق الفوسفور الأبيض التي تم التطرق إليها سابقاً، وتسمى بالطريقة الجافة.

اسم المادة	الرمز	الاستعمال
فوسفور أبيض، فوسفور أصفر	P	مركبات الفوسفور ـ مواد خامدة للحريق
فوسفور أحمر	P	أعواد ثقاب للحريق، مصابيح الإضاءة المتوهجة
خماس أكسيد الفوسفور بلا ماء حامض الفوسفور	P_2O_5	مركبات الفوسفور العضوية واللاعضوية مادة مجففة
ثالث كلوريد الفوسفور	PCl_3	مركبات الفوسفور الكلورية العضوية (POCl)
خامس كلوريد الفوسفور	PCl_5	مركبات الفوسفور العضوية
أكسي كلوريد الفوسفور	$POCl_3$	أستيرات حامض الفوسفور
رابع كبريت الفوسفور	P_4S_4	أعواد الثقاب
فوسفات الصوديوم الأحادية	NaH_2PO_4	خميرة العجين. الأغذية.
فوسفات الصوديوم الثنائية	Na_2HPO_4	الأغذية، الأدوية، النسيج، سيراميك
فوسفات الصوديوم الثلاثية	Na_3PO_4	معالجة المياه، مادة منظفة
فوسفات الأمونيوم الأولية	$NH_4H_2PO_4$	مادة مصمغة، الخمائر، الأسمدة
فوسفات الأمونيوم الثنائية	$(NH_4)_2HPO_4$	مادة مصمغة، الخمائر، الأسمدة
فوسفات الكالسيوم الأولية	$Ca(H_2PO_4)_2$	الأغذية، الأسمدة
فوسفات الكالسيوم الثنائية	$CaHPO_4.2H_2O$	الأسمدة، الطب البشري والبيطري، معجون الأسنان
فوسفات الكالسيوم الثلاثية	$Ca_3(PO_4)_2$	الأدوية، مستحضرات التجميل
بيروفوسفات الصوديوم الرباعية	$Na_4P_2O_7$	منظفات
ميتا فوسفات، (ملح جراهام)	$(NaPO_3)y$	معالجة المياه، دباغة الجلود، الأغذية
ملح كورول	$(KPO_3)z$	معالجة المياه، مادة منظفة

● جدول (١) أهم استخدامات بعض مركبات الفوسفور.

وفضلاً عن استخدام أغلب الفوسفور الأبيض في تحضير حامض الفوسفور ، فإن أكثر من ٧٥٪ من معدن الأباتيت يستخدم في تحضير حامض الفوسفور الذي يدخل معظمه في صناعة الأسمدة الفوسفاتية ويستخدم الباقي مباشرة في معالجة المعادن ، وصناعة الأصباغ ، والنسيج ، والبورسلان ، والزجاج ، والمواد الصيدلانية .

خامس كبريتيد الفوسفور

يتم تحضير خامس كبريتيد ـ سلفيد ـ الفوسفور (P_2S_5) بتفاعل طارد للحرارة للفوسفور السائل مع الكبريت السائل وذلك عند درجة حرارة تزيد عن ٣٠٠ْم ، شكل (٢)، وذلك حسب المعادلة التالية:ـ

$$2P + 5S \longrightarrow P_2S_5$$

ثم يسكب الناتج (P_2S_5) مباشرة على اسطوانات مبردة أو يقطر عند درجة حرارة ٥١٥ْم.

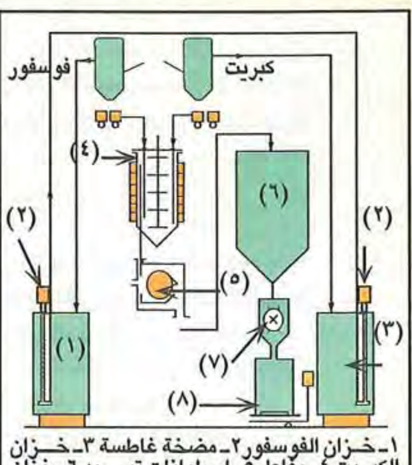
يستخدم خامس كبريتيد الفوسفور في صناعة المبيدات الحشرية (٤٠٪) ، وكمواد إضافة لزيوت التزييت (٥٠٪) ، وكعوامل تعويم ، ولمعالجة الزيوت .

هاليدات الفوسفور

يمكن تفصيل صناعة واستخدامات أهم هاليدات الفوسفور فيما يلي :

● ثالث كلوريد الفوسفور

يحضر ثالث كلوريد الفوسفور (PCl_3) عن طريق التفاعل المباشر بين الفوسفور



١ـ خزان الفوسفور ٢ـ مضخة غاطسة ٣ـ خزان الكبريت ٤ـ مفاعل ٥ـ اسطوانات تبريد ٦ـ خزان الإنتاج ٧ـ مطحنة ٨ـ الوزن والتصدير

● شكل (٢) مخطط إنتاج سلفيد الفوسفور.

والكلور حيث يمرر غاز الكلور في معلق من الفوسفور يحتوي على كمية قليلة من ثالث كلوريد الفوسفور ، ينجم عن التفاعل انطلاق حرارة كافية لتبخر ثالث كلوريد الفوسفور الناتج الذي يكثف جزء منه في مرحلة لاحقة بواسطة مكثفات ويستخلص الجزء الآخر بالتقطير التجزيئي، شكل(٣).

يستخدم ثالث كلوريد الفوسفور في صناعة أوكسي كلوريد الفوسفور وحامض الفوسفور ، وكمادة مثبتة للبلاستيك، وفي حماية الحبوب من الآفات ، وكمانع للحريق.

● أوكسي كلوريد الفوسفور

يتم تحضير أوكسي كلوريد الفوسفور ($POCl_3$) بأكسدة ثالث كلوريد الفوسفور النقي عند درجة حرارة ٥٠ ـ ٦٠ْم وتبريد الناتج ، وذلك وفقًا للمعادلة التالية :

$$2PCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{٥٠-٦٠ْم}} 2POCl_3$$

يمكن للأكسجين أن يتفاعل لاحقاً مع أوكسي كلوريد الفوسفور المنتج لتكوين مركبات أخرى ، وعليه يمكن إيقاف التفاعل غير المرغوب فيه بإضافة قليل من الكبريت ، أو مركباته، أو الحديد أو النحاس مع تنقية الناتج ($POCl_3$) بالتقطير التجزيئي .

كذلك يمكن تحضير ($POCl_3$) بتفاعل خامس أكسيد الفوسفور مع ثلاثي كلوريد الفوسفور وغاز الكلور وذلك وفقًا للمعادلة التالية :

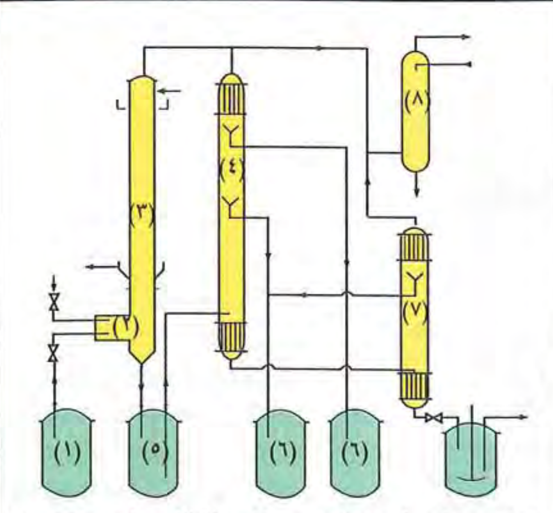
$$P_2O_5 + 3PCl_3 + 3Cl_2 \longrightarrow 5POCl_3$$

يستخدم أوكسي كلوريد الفوسفور في صناعة استرات حامض الفوسفور العطرية والأليفاتية .

● خامس كلوريد الفوسفور

يتم تصنيع خامس كلوريد الفوسفور (PCl_5) بتفاعل ثالث كلوريد الفوسفور مع الكلور وذلك وفقاً للمعادلة التالية :

$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$



١ـ خزان فوسفور، ٢ـ حجرة احتراق الفوسفور والكلور، ٣ـ مكثف، ٤ـ برج الفصل ،٥ـ ثلاثي كلوريد الفوسفور الخام، ٦ـ ثلاثي كلوريد الفوسفور النقي، ٧ـ مخلفات، ٨ غسيل الغازات

● شكل (٣) مخطط إنتاج ثلاثي كلوريد الفوسفور.

يتم التفاعل داخل وعاء مغلق توضع فيه مادة ثالث كلوريد الفوسفور (PCl_3) مع تحريكها ـ بواسطة خلاط ـ أثناء مرور غاز الكلور ، ويتم تبريد الوعاء لمنع تبخر (PCl_3) وفصل خامس كلوريد الفوسفور بالتقطير.

يدخل خامس كلوريد الفوسفور كمادة مكلورة في الكيمياء العضوية في صناعة مركبات الفوسفور العضوية.

● سلفو كلوريد الفوسفور

يحضر سلفو كلوريد الفوسفور ($PSCl_3$) ـ كلوريد ثيو السلفوريل ـ بتفاعل كلوريد الفوسفور مع الكبريت وذلك داخل إناء ضغط بخاري ـ اتوكلاف (Autoclave) ـ عند درجة حرارة ١٨٠ْم ، ويتم ذلك بإمرار بخار ثالث كلوريد الفوسفور من خلال الكبريت المنصهر في وجود مادة محفزة ـ مثل ($AlCl_3$) ـ تعمل على خفض درجة حرارة التفاعل . ويتم تنقية الناتج ($PSCl_3$) بالتقطير التجزيئي.

يستخدم سلفو كلوريد الفوسفور في صناعة استير كلوريدات حامض ثيو الفوسفور التي تستخدم كمواد أولية في منتجات حماية المحاصيل الزراعية .

الأملاح الفوسفاتية

تستخدم الأملاح الفوسفاتية كأسمدة فوسفاتية تختلف نسبة أكسيد الفوسفور (P_2O_5) فيها حسب نوع الملح الفوسفاتي،

ويمكن تفصيل كيفية تصنيع الأملاح الفوسفاتية ومجالات استخدام كل منها فيما يلي:-

● فوسفات الصوديوم

ينجم عن إضافة الصودا - هيدروكسيد الصوديوم - لحامض الفوسفور تكوين ثلاثة أشكال من فوسفات الصوديوم وذلك حسب الرقم الهيدروجيني الذي يكون عليه التفاعل، فعند إضافة الصودا عند رقم هيدروجيني (PH) = ٤,٥ تتكون فوسفات الصوديوم الأحادية ($Na H_2PO_4$)، أما فوسفات الصوديوم الثنائية فتتكون عند رقم هيدروجيني (PH) = ٧,٥ بينما تتكون فوسفات الصوديوم الثلاثية عند إضافة مزيد من الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية حتى يصل الرقم الهيدروجيني (PH) إلى ٨,٥ ، عليه يمكن تفصيل تحضير هذه الأملاح كما يلي : -

*** فوسفات الصوديوم الأحادية (NaH_2PO_4)** : وتنتج من تعديل حامض الفوسفور بالصودا بالتدرج حتى يصل الرقم الهيدرجيني للناتج إلى ٤,٥ (P^H=4.5) ، وتجري عملية التعديل في وعاء يحوي خلاط بحيث تضاف الصودا وهي في حالة الغليان حتى يصل الرقم الهيدروجيني الناتج إلى المقدار المطلوب ، ومن ثم يرشح الملح لفصل الشوائب ، ويتم تركيز المحلول ليصل تركيزه ما بين (٤٠ - ٥٠٪) ، ويبرد لتنفصل بلورات الصوديوم الأحادية وتجفف في مجففات ، ويرافق تبلور فوسفات الصوديوم الأحادية جزيء واحد أو جزيئان من الماء ($Na H_2 PO_4. 2H_2O$, $Na H_2 PO_4. H_2O$) .

إضافة إلى استخدامها كسماد ، تستخدم فوسفات الصوديوم الأحادية في تحضير ملحها الثنائي أو ميتا فوسفات الصوديوم أو الصوديوم المتكاثفة .

*** فوسفات الصوديوم الثنائية (Na_2HPO_4)** :ويتم تحضيرها بإضافة الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية حتى يصل الرقم الهيدروجيني إلى ٧,٥ (P^H=7.5) ويتم ذلك بنفس الطريقة التي تم بها تحضير فوسفات الصوديوم الأحادية .

بعد ترشيح الناتج ثم تركيزه حتى درجة التشبع وتبريده تنفصل بلورات شفافة وحيدة الميل من فوسفات الصوديوم الثنائية المميهة إما بجزئين أو إثني عشر جزءاً من الماء ($Na_2 HPO_4. 12H_2O$, $NaHPO_4. 2H_2O$) .

تستخدم فوسفات الصوديوم الثنائية لإزالة عسر الماء وكمادة أساس في صناعة المنظفات وتزجيج الخزف وتحضير ميتافوسفات الصوديوم .

*** فوسفات الصوديوم الثلاثية ($Na_3 PO_4$)** : ويتم تحضيرها ، شكل (٤) ، بإضافة مزيد من الصودا إلى حامض الفوسفور أو فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية حتى يصل الرقم الهيدروجيني إلى ٨,٥(P^H=8.5)ويرشح المحلول ويكثف حتى درجة التشبع لتكوين بلورات فوسفات الصوديوم الثلاثية [$Na PO_4. 12 H_2O$] المميهه الإبريه ذات الإثنى عشر جزءاً من الماء الذي يمكن نزعه بالطرق الحرارية .

تستخدم فوسفات الصوديوم الثلاثية في تنظيف الأوعية من الزيوت والشحوم، وكذلك في معالجة المياه حيث أنها تحول دون تشكّل الحجر الكلسي في قدور المعالجة وذلك بتفاعلها مع كربونات الكالسيوم لتشكل فوسفات الكالسيوم الثلاثية التي لا تلتصق في قاع قدور معالجة المياه .

فوسفات الصوديوم المتكاثفة

تنحصر أملاح فوسفات الصوديوم المتكاثفة في أملاح ميتا ، وبيرو ثري بولي حامض الفوسفور ، وهي تحضر بتسخين أملاح فوسفات الصوديوم . ويمكن تفصيل صناعة واستخدامات هذه الأملاح فيما يلي : -

*** ميتا فوسفات الصوديوم ($NaPO_3$) :** ويطلق عليها ملح جراهام الذي يستخدم في إزالة عسر المياه .

تأتي ميتا فوسفات الصوديوم في شكل بوليمر مكون من ستة جزيئات $(NaPO_3)_6$ ، ويتم تحضيرها بطرق مختلفة منها ما يلي :

- نزع الماء بالتسخين من فوسفات الصوديوم الأحادية أو الثنائية

$$6NaH_2PO_4 \xrightarrow{\text{تسخين}} (NaPO_3)_6 + 6H_2O$$
$$6Na_2HPO_4 \xrightarrow{\text{تسخين}} (NaPO_3)_6 + 6NaOH$$

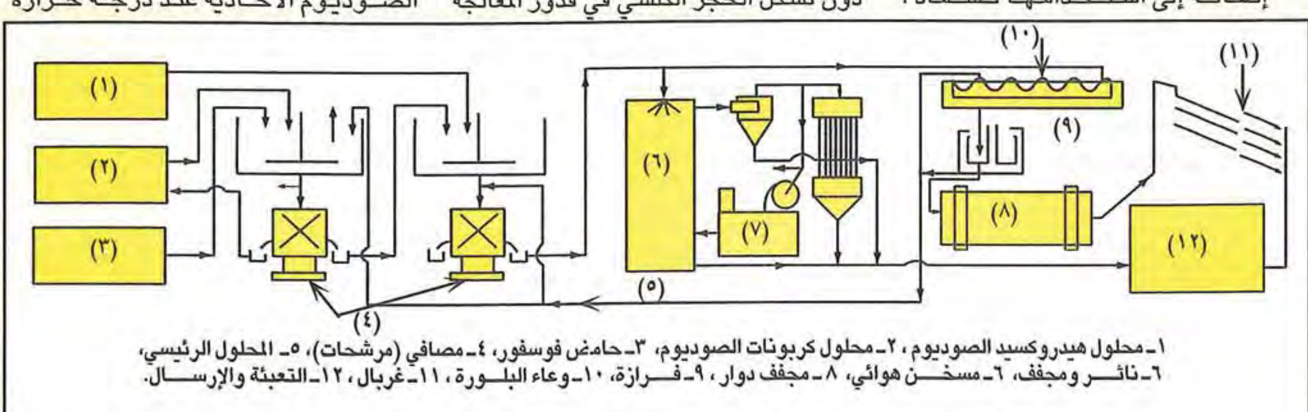
- تفاعل حامض ميتا الفوسفور مع أملاح الصوديوم

$$6HPO_3 + 3Na_2CO_3 \longrightarrow (NaPO_3)_6 + 3CO_2 + 3H_2O$$

- تفاعل فوسفات الصوديوم الثلاثية مع خامس أكسيد الفوسفور .

$$2Na_3PO_4 + 2P_2O_5 \longrightarrow (NaPO_3)_6$$

*** بيرو فوسفات الصوديوم الثنائية ($Na2H_2P_2O_7$)** : ويمكن تحضيرها بالتسخين الكهربائي لملح أورثوفوسفات الصوديوم الأحادية عند درجة حرارة



١- محلول هيدروكسيد الصوديوم ، ٢- محلول كربونات الصوديوم، ٣- حامض فوسفور، ٤- مصافي (مرشحات)، ٥- المحلول الرئيسي، ٦- ناثر ومجفف، ٦- مسخن هوائي، ٨- مجفف دوار ، ٩- فرازة، ١٠- وعاء البلورة ، ١١- غربال ، ١٢- التعبئة والإرسال.

● شكل (٤) مخطط تحضير فوسفات الصوديوم الثلاثية.

٢٠٠ ــ ٢٢٠ْم وذلك في أوعية فولاذية مبطنة من الداخل بالكروم ومجهزة بخلاط مقاوم للتآكل .

$$2NaH_2PO_4 \xrightarrow{\text{٢٠٠-٢٢٠م}} Na_2H_2P_2O_7 + H_2O$$

تستخدم بيرو فوسفات الصوديوم الثنائية في صناعة الخميرة المستخدمة في العجائن كما وتستخدم في مصانع الجبن .

* **بيروفوسفات الصوديوم الرباعية ($Na_4P_2O_7$)** : ويمكن تحضيرها بتسخين فوسفات الصوديوم الثنائية عند درجة حرارة ٣٠٠ْم.

$$2Na_2HPO_4 \xrightarrow{\text{٣٠٠م}} Na_4P_2O_7 + H_2O$$

تستخدم بيروفوسفات الصوديوم الرباعية في صناعة المنظفات ، وصباغة الألبسة (خاصة الحريرية)، وصناعة الجبن ، وفي حفر الآبار وكمادة مخثرة للدم.

* **تري بولي فوسفات الصوديوم الثلاثية ($Na_5P_3O_{10}$)** : وتحضر عن طريق تفاعل فوسفات الصوديوم الثنائية مع فوسفات الصوديوم الأحادية عند درجة حرارة ٨٥٠ ـ ١٠٠٠ْم باستخدام فرن دوار.

$$2Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4 \xrightarrow{\text{٨٥٠-١٠٠٠م}} Na_5P_3O_{10} + 2H_2O$$

تستخدم تري بولي فوسفات الصوديوم الثلاثية في صناعة المنظفات والأغذية وصناعة البترول.

فوسفات الأمونيوم

ينجم عن تفاعل حامض الفوسفور مع النشادر (الأمونيا) تكوين ثلاثة أملاح لفوسفات الأمونيا وذلك حسب نسبة غاز النشادر لحامض الفوسفور . حيث يتكون أولاً ملح فوسفات الأمونيوم الأحادية [($NH_4H_2PO_4$)] ويرمز لها بـ (M A P) ، ثم ينجم عن اضافة مزيد من غاز التشادر إلى حامض الفوسفور تكوين ملح فوسفات الامونيوم الثنائية {(NH_4)$_2HPO_4$} ويرمز لها بـ (D A P) ، وأخيراً يتكون ملح فوسفات الامونيوم الثلاثية [(NH_4)$_3PO_4$] ـ يرمز لها بـ (T A P) ـ باضافة المزيد من غاز النشادر .

تعد فوسفات الأمونيوم الأحادية (M A P) والثنائية (D A P) الأكثر استخداماً واهمية في الكثير من الصناعات الكيميائية مقارنة بفوسفات الأمونيوم الثلاثية ، ولذا فسيتم التطرق لهذين الملحين ، وذلك كما يلي :ـ

فوسفات الأمونيوم الاحادية

يتم تحضير فوسفات الأمونيوم الاحادية (NH_4)$_2HPO_4$ بتفاعل حامض الفوسفور ـ عند تركيز ٧٥٪ مع غاز النشادر وذلك بامرار الغاز على الحامض الموجود داخل ثلاثة أوعية مجهزة بخلاط يعمل على مزج الغاز والحامض جيداً حتى يصل الرقم الهيدروجيني (P^H) للخليط إلى ٤,٥ .

ينجم عن تفاعل التعادل انتشار حرارة تعمل على تبخر جزء من الماء المرافق ولذلك فان المحلول يمرر على مبردات لتخفيف درجة حرارة التفاعل وتكوين بلورات ابرية من الملح الذي يجفف بعد ذلك بالهواء الساخن باستخدام مجفف دوّار .

تستخدم فوسفات الأمونيوم الأحادية بعد مزجها بكبريتات الأمونيوم لتحضير الأسمدة الفوسفورية المركبة كما تستخدم كعامل واق من الحرائق ، وصناعة الورق والأغذية والخمائر .

فوسفات الأمونيوم الثنائية

تحضر فوسفات الأمونيوم الثنائية { (NH_4)$_2HPO_4$ } بتفاعل حامض الفوسفور المخفف مع النشادر على مرحلتين لتلافي إرتفاع درجة الحرارة الناجمة عن التفاعل التي تتسبب في ضياع جزء من غاز النشادر . يتم في المرحلة الأولى نثر النشادر في برج التعديل الأول عند درجة حرارة ٣٠ْم في أنبوب يتدفق فيه حامض الفوسفور المخفف ($P_2O_5 = 25\%$) ودرجة حرارة ٦٠ْم مع خلط المزيج وضبط الرقم الهيدروجيني (P^H) عند ٣ ($P^H=3$) ، بعدها ينقل الناتج إلى برج التعديل الثاني حيث تنثر عليه كمية إضافية من التشادر مع خلط المزيج وضبط الرقم الهيدروجيني إلى ٥,٥ ($P^H = 5.5$) ، ثم يتم نقل الناتج إلى برج تحبيب عند درجة ٦٠٠ْم ليتساقط رذاذ فوسفات الأمونيوم الثنائية التي تجفف ليتم سحبها من أسفل البرج لتمر من خلال مناخل لفصل الحبيبات الخشنة التي يعاد طحنها من جديد ، تم تبرد الحبيبات وتعبأ للتخزين .

تستخدم فوسفات الأمونيوم الثنائية كسماد نتروفوسفاتي ، وفي تصميغ الخشب والأنسجة ، وتحضير الخمائر .

فوسفات الكالسيوم

من أهم فوسفات الكالسيوم ما يلي :ـ

أورثو فوسفات الكالسيوم الأحادية

تحضر أورثوفوسفات الكالسيوم الأحادية [Ca (H_2PO_4)] بتفاعل حامض الفوسفور النقي مع الكلس وذلك كما يلي :ـ

$$2H_3PO_4 + CaO + H_2O \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2H_2O$$

تستخدم أورثوفوسفات الكالسيوم لتحضير بودرة خميرة العجين .

أورثو فوسفات الكالسيوم الثنائية

تحضر أورثو فوسفات الكالسيوم الثنائية [$Ca\ HPO_4 . 2H_2O$] بتفاعل حامض الفوسفور مع كربونات الكالسيوم أو هيدروكسيد الكالسيوم مع التحكم في الرقم الهيدروجيني حتى يصل إلى ٥,٧ ($P^H = 5.7$) على أن لاتتجاوز درجة الحرارة ٦٠ْم ، وذلك كما يلي :

$$H_3PO_4 + CaCO_3 \longrightarrow CaHPO_4 + H_2O + CO_2$$

$$H_3PO_4 + Ca(OH) \longrightarrow CaHPO_4 + 2H_2O$$

تستخدم فوسفات الكالسيوم الثنائية في الأسمدة

فوسفات الكالسيوم الثلاثية

تحضر فوسفات الكالسيوم الثلاثية $Ca\ (po_4)_2$ من تفاعل حامض الفوسفور المخفف مع هيدروكسيد الكالسيوم المخفف، وذلك وفقاً لما يلي :

$$2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$$

تستخدم فوسفات الكالسيوم الثلاثية في مستحضرات التجميل ، وصناعة الخزف ، ومعاجين الاسنان لاعطاء اللون الابيض الناصع .

ميتا فوسفات البوتاسيوم

تحضر ميتا فوسفات البوتاسيوم KPO_3 بتفاعل الفوسفورين الخام الناعم مع كلوريد البوتاسيوم الذي يضاف بوساطة بخاخ إلى حجرة التفاعل المحتوية على الخام .

تستعمل ميتا فوسفات البوتاسيوم كسماد فوسفوبوتاسي.

$$6KCl + Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow KPO_3 + 3CaCl_2 + 2K_2O$$

الأحماض غير العضوية

أ / محسن حمدي مخللاتي

تقوم بعض الشركات الكبرى العاملة في مجال المواد الغذائية بتوظيف شخص ما مهمته تذوق الطعام المنتج، وإبداء رأيه في تلك السلعة لتحوز على رضى المستهلك، وتوظف شركات تصنيع العطور إخصائيين لاستخدام حاسة الشم لمعرفة الروائح الزكية التي تناسب ذوق الناس. ويمكن لهذا الشخص أن يميز بين المواد اعتماداً على طعمها ورائحتها، فيقول أن هذه المادة لها طعم حلو، وأخرى ذات طعم مر، وثالثة طعمها لاذع.

وعلى سبيل المثال فالحمضيات (مثل البرتقال والليمون واليوسفي) كلها ذات طعم لاذع وذلك بسبب إحتوائها على حامض الليمون، وزيت الزيتون يصبح طعمه لاذعاً - بعد فترة من تعرضه للهواء - لارتفاع نسبة حامض الزيت به، واللبن يتغير طعمه ويصبح غير مستساغ ولاذع - بعد إنتهاء فترة صلاحيته - وذلك لازدياد نسبة حامض اللبن به.

إذاً فالحامض بصفة عامة هو مادة لاذعة الطعم، إلا أن هذا التعريف فضفاض ولايمكن الأخذ به كيميائياً. وقد اختلف علماء الكيمياء في تعريف الحامض فمنهم من قال أنه المادة المحتوية على الهيدروجين الذي يمكن أن يحل المعدن محله، أو أنه المادة المتأينة التي توصل التيار الكهربائي وتُطلق الهيدروجين متجهاً نحو المهبط عند تأينها، أو أنه المادة التي تغير لون ورقة تباع الشمس (Litmus Paper) من الأزرق إلى الأحمر. ومع كثرة تعاريف الحامض إلا أن أكثرها إستخداماً في الأوساط العلمية ثلاثة تعاريف هي :-

١- الحامض هو المادة التي تزيد من أيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) في المحاليل المائية (**أرهينيوس**، عام ١٨٨٧م).

٢- الحامض هو المادة التي تعطي بروتوناً أو أيون هيدروجين (H^+) إلى مادة أخرى (**برونستد - ولوري**، عام ١٩٢٣م).

٣- الحامض هو أي مادة تقبل زوج إلكتروني حر - زوج من الالكترونات يوجد على المدار الأخير لذرة ما - من مادة أخرى مكونة معها رابطة تساهمية (**لويس**، عام ١٩٣٨م).

تقسم الأحماض إلى نوعين أساسيين هما : **الأحماض العضوية** وتتكون من كربون وهيدروجين وأكسجين وتحتوي جزيئاتها على مجموعة الكربوكسيل ومنها حامض الخل (CH_3COOH) وحامض النمل ($HCOOH$) وغيرها، **والأحماض غير العضوية (المعدنية)** وتتألف من عنصرين أو أكثر أحدهما الهيدروجين، والآخر معدن أو شبه معدن، كما يدخل عنصر الأكسجين في تركيب الكثير منها، ومن أمثلتها حامض كلوريد الهيدروجين (HCl)، وحامض الكبريت (H_2SO_4) وحامض كلوريد الذهب ($HAuCl_4$).

سيتناول هذا المقال - بمشيئة الله - الأحماض غير العضوية، والتي يمكن تصنيفها طبقاً لتركيبها إلى نوعين هما :-

أحماض أكسجينية

تتركب الأحماض الأكسجينية من عنصري الأكسجين والهيدروجين مع عناصر أخرى، ومن أمثلتها ما يلي :-

● حامض الكبريت

يعد حامض الكبريت (H_2SO_4) من أوائل الأحماض التي تم التعرف عليها، حيث عرفه العرب منذ القرن الثامن الميلادي، وعرفته أوربا في القرنين الرابع والخامس عشر - وأطلق على هذا الحامض قديماً اسم زيت الزاج (Oil of Vitroil) بسبب تحضيره من تسخين وتقطير الزاج الأخضر (كبريتات الحديدوز المائية)، والكبريتات الأخرى المشابهة له.

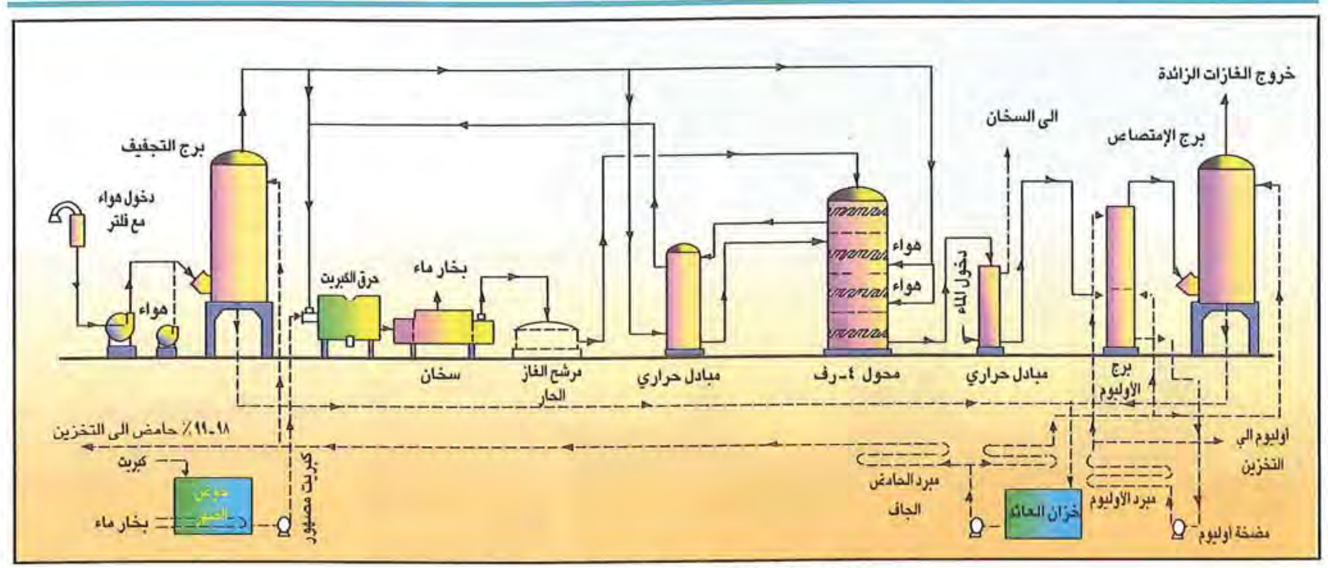
يتميز حامض الكبريت المركز (الكثيف) بأنه سائل زيتي ثقيل القوام، وعديم اللون والرائحة عندما يكون نقياً، إلا أنه يعطي أحياناً رائحة غاز ثالث أكسيد الكربون (SO_3) عند وجود هذا الغاز بنسبة عالية أثناء تحضير الحامض. كما يتميز حامض الكبريت المركز بأنه موصل للتيار الكهربائي، ويتجمد عند درجة حرارة ١٠°م.

يغلي حامض الكبريت المركز (١٠٠٪ وزناً) عند درجة حرارة ٣٣٠°م محرراً ثالث أكسيد الكبريت، ويتفكك الحامض بشكل تام - عند درجة حرارة ٤٣٠°م - متحولاً إلى بخار الماء وثالث أكسيد الكبريت الذي يتفكك بدوره إلى غازي ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين.

يمكن تخفيف حامض الكبريت المركز للحصول على أحماض كبريت مخففة ذات أوزان نوعية مختلفة تعتمد بصفة أساس على نسبة تركيز الحامض قبل تخفيفة.

※ **طرق صناعة حامض الكبريت :** وتعتمد بصفة أساس على الكبريت والكبريتات كمواد أولية، كما أنها تحتاج إلى تقنية عالية نتيجة النشاط الكيميائي الشديد للحامض. وتتمثل طرق تصنيع حامض الكبريت في طريقتين هما :-

- **طريقة غرف الرصاص (Lead Chamber Process) :** وتعرف أيضاً بطريقة أكسيد النيتروجين، وهي قديمة إلا أنها لازالت تستعمل في



● شكل (١) مخطط إنتاج حامض الكبريت بطريقة التماس .

بعض البلدان ، وتتمثل هذه الطريقة في الخطوات التالية :-

١- تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع الماء في وجود أكسيد النيتروجين ، وفق التفاعل التالي :

$$SO_2 + H_2O + NO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$

٢- أكسدة أول أكسيد النيتروجين (NO) الناتج من التفاعل أعلاه للحصول على ثاني أكسيد النيتروجين وذلك كما يلي :

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

٣- إعادة ثاني أكسيد النيتروجين لبرج التفاعل مرة أخرى لتفاعله مع الماء وثاني أكسيد الكبريت للحصول على الحامض المطلوب .... وهكذا .

- **طريقة التماس :** تم إكتشافها عام ١٨٣١م ، ثم طورت حتى أصبحت في الوقت الحاضر أرخص طرق تصنيع حامض الكبريت وأكثرها إنتشاراً .

تتم طريقة التماس من خلال عدة مراحل ، شكل (١) ، هي كالتالي :-

١- صهر عنصر الكبريت ، وترشيحه لفصل الأجزاء غير المنصهرة عنه .

٢- ضخ المصهور إلى وحدة حرق الكبريت للحصول على غاز ثاني أكسيد الكبريت الذي يمرر على سخان ثم إلى مرشح الغاز الحار لتنقيته من الشوائب ، وفقاً للمعادلة التالية :

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$$

$$\Delta H = -7.9 \text{ K.Cal.}$$

٣- إدخال غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى برج التحويل المحتوى على محفز - مثل معدن البلاتين أو الفاناديوم - ليتأكسد ويتحول إلى ثالث أكسيد الكبريت في وجود الهواء عند درجة حرارة معينة للحصول على أعلى مردود (٩٧٪ - ٩٨٪) من الغاز الناتج ، وفقاً للتفاعل التالي :

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{600°C} 2SO_{3(g)}$$

$$\Delta H = -23.4 \text{ K.Cal.}$$

٤- إمتصاص غاز ثالث أكسيد الكبريت بوساطة الماء ، ثم أخذ المحلول إلى وسط برج الأوليوم - حامض كبريت مكثف مذاباً فيه ثالث أكسيد الكبريت - ليقابل حامض الكبريت الداخل من وسط البرج من الطرف الآخر .

٥- أخذ جزء من الناتج من أسفل البرج إلى مبرد الأوليوم ليصعد جزء منه مرة أخرى إلى أعلى البرج ، بينما يتجه الجزء الآخر من الحامض الناتج إلى الخزانات .

٦- سحب الغازات المنطلقة من أعلى برج الأوليوم إلى برج الإمتصاص لتقابل حامض الكبريت حيث يمتص جزء منها ويخرج الباقي من فتحة في أعلى برج الامتصاص .

٧- تنقية حامض الكبريت وتركيزه ، وذلك بتبخير الحامض الناتج أعلاه للحصول على ثالث أكسيد الكبريت ، الذي يتم امتصاصه في أعمدة من الكوارتز لتحويله إلى حامض نقي . يختلف تركيز الحامض الناتج باختلاف درجة تبخير الحامض حيث يصل تركيزه إلى ٩٦٪ عند درجة حرارة ٣٠٠°م ، بينما يصل تركيزه إلى ٩٨,٣٪ عند درجة حرارة ٣٣٠°م ، وللحصول على تراكيز معينة للحامض تستخدم مبخرات خاصة عند ضغوط معينة .

ويوضح الجدول (١) تراكيز وكثافة حامض الكبريت التجاري الناتج عن الطرق الصناعية المبينة أعلاه ، ويلاحظ من الجدول أنه كلما زاد تركيز الحامض زادت كثافته .

※ **الاستخدامات :** وتتمثل بصفة أساس فيما يلي :-

- كمادة مؤكسدة ، ومادة نازعة للماء ، لذا يستخدم حامض الكبريت في تجفيف المركبات الكيميائية من الماء .

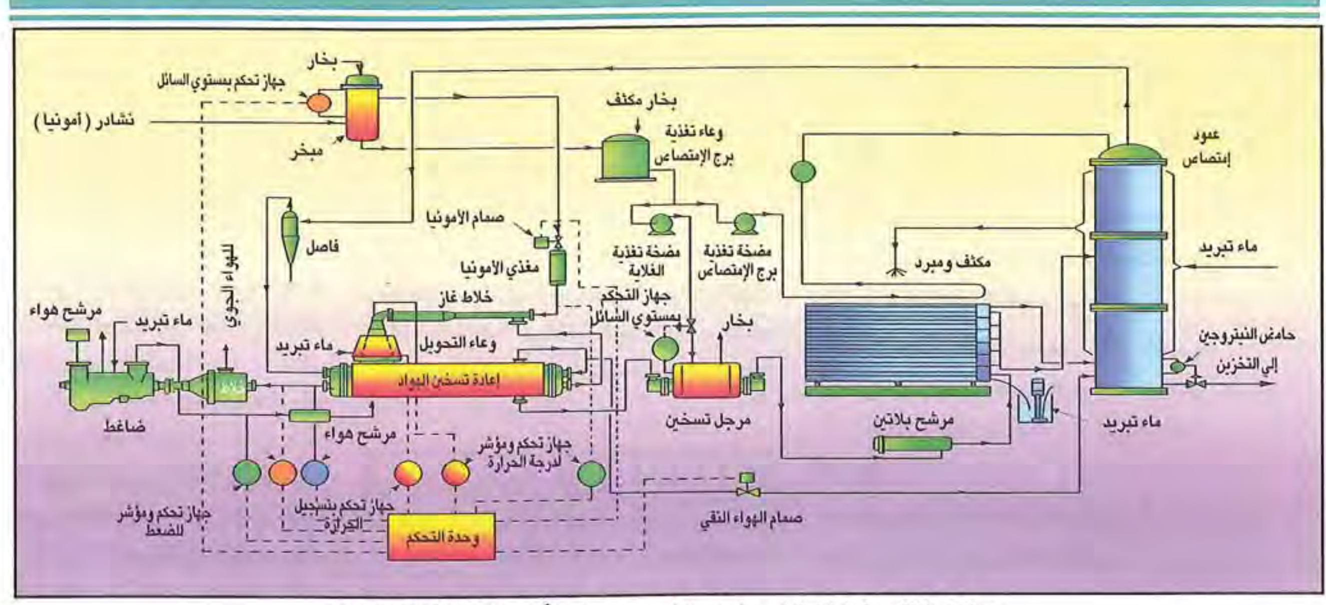
- إنتاج الأسمدة الكيميائية مثل :

١- سماد سوبر الفوسفات الأحادية : وذلك بتفاعل حامض الكبريت مع الصخور الفوسفاتية كما يلي :

$$2H_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow CaSO_4 + Ca(H_2PO_4)_2$$

نوع الحامض	التركيز (٪)	الكثافة (جم/سم³)
غرف الرصاص	٦٢,١٨	١,٥٣
الأبراج (جلوفر)	٧٧,٦٧	١,٧٢
زيت الزاج	٩٣,١٩	١,٨٤
أوليوم ٢٠٪ (٢٠٪ من SO_3 ، و ٨٠٪ حامض كبريت)	١٠٤,٤٩	-
أوليوم ٤٠٪ (٤٠٪ من SO_3 ، و٦٠٪ حامض كبريت)	١٠٩,٠٠	-

جدول (١) تراكيز وكثافة حامض الكبريت التجاري الناتج عن طرق صناعية مختلفة .



● شكل (٢) مخطط لإنتاج حامض النيتروجين ابتداءً من الأمونيا (النشادر).

٢– سماد كبريتات الأمونيوم : ويحضر بتفاعل حامض الكبريت مع الأمونيا على النحو التالي :–

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$
$\Delta H = -67.7$ K.Cal.

– تحضير الكبريتات : مثل كبريتات الصوديوم (تستخدم في صناعة الورق والمنظفات والزجاج وتحلية المياه) ، وكبريتات الألمنيوم (صناعة الزيوت وتكرير النفط) ، وكبريتات البوتاسيوم (صناعة الأسمدة والزجاج والشبة والمواد الغذائية) . ومثال لذلك يوضح التفاعلين التاليين ، كيفية تحضير كبريتات الصوديوم بوساطة حامض الكبريت :–

$$H_2SO_4 + NaCl \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$
$$NaHSO_4 + NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

– صناعة بطاريات السيارات ، ويسمى حامض الكبريت في هذه الحالة بماء النار أو الأسيد (Acid) ، ويصل تركيزه في البطارية إلى ٣٣,٣٣ ٪ حامض كبريت .

● حامض النيتروجين

يأتي حامض النيتروجين (HNO_3) بعد حامض الكبريت من حيث كمية إنتاجه ، وكثرة وتنوع استخداماته .

يتميز حامض النيتروجين الجاف بأنه سائل عديم اللون يغلي عند درجة حرارة ٨٤,١°م ، ويتجمد عند درجة حرارة – ٤١,٥٩°م ، ويتأين ذاتياً وفق المعادلة التالية :

$$2HNO_3 \longrightarrow NO_2^+ + NO_3^- + H_2O$$

كما يتميز حامض النيتروجين بثبات تركيزه عند حفظه بعيداً عن الضوء ، حيث أنه لا ينحل في الظلام ، وعلى العكس فإنه يتفكك عند تعرضه للضوء ويصبح لون محلوله أصفراً حسب المعادلة التالية :

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

* **طرق الصناعة :** وتتم بثلاث طرق هي :

– **من نترات الصوديوم :** وذلك بتسخينها مع حامض الكبريت وفقاً للمعادلة التالية :

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

ثم يقطر الناتج لفصل الحامض الذي يصل تركيزه بهذه الطريقة إلى ٩٥ ٪ .

– **من أكسدة النشادر :** وهي الطريقة المستخدمة حالياً لإنتاج الحامض ، وتتم على عدة مراحل ، شكل (٢) ، هي ما يلي :–

١– تفاعل النشادر مع الهواء أو الأكسجين في وجود مادة محفزة (معدن البلاتين و ١٠ ٪ روديوم في درجة حرارة ٩٢٠°م وتحت ضغط ٦,٨٠٤ جو) حيث يتشكل أول أكسيد النيتروجين (NO) بتركيز ١٠ ٪ ، وذلك كما يلي :–

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\text{محفز}} 4NO_{(g)} + 6H_2O$$
$\Delta H = -216.6$ K.Cal.

٢– يبرد غاز أول أكسيد النيتروجين بالماء في مبادل حراري مع استمرار عملية الأكسدة لرفع تركيزه ، ومن ثم تحويله إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) وفقاً للتفاعل التالي :–

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$
$\Delta H = -27.1$ K.Cal.

٣– يعالج غاز (NO_2) بالماء في برج الامتصاص فينتج حامض النيتروجين بتركيز يتراوح بين ٥٠ ٪ إلى ٦٠ ٪ طبقاً للتفاعل التالي :–

$$3NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2HNO_3 + NO_{(g)}$$
$\Delta H = -32.2$ K.Cal.

– **طريقة القوس الكهربائي :** وتتم بتمرير الهواء خلال قوس كهربائي فيتحد الأكسجين والنيتروجين ويتكون غاز أكسيد النيتروجين (مثلما يحدث عند ظهور البرق) ، ثم يبرد الغاز ويتكثف ويتأكسد في وجود الهواء فيتحول إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) . يمتص الغاز الناتج بالماء أو بمحلول قلوي فينتج حامض النيتروجين بتركيز يصل إلى حوالي ٣٥ ٪ .

* **الاستخدامات :** وتتمثل في التالي :–

– تحضير نترات المعادن مثل نترات الصوديوم ، ونترات الأمونيوم ، ونترات الكالسيوم التي يستخدم جزء منها كأسمدة .

– تصنيع المتفجرات والدهانات ، وفي الصناعات البلاستيكية .

● حامض الفوسفور

حامض الفوسفور (H_3PO_4) عبارة عن سائل لزج عديم اللون ، وغير مؤكسد في درجات حرارة أقل من ٣٥٠–٤٠٠°م .

* **طرق الصناعة :** وتتم بطريقتين هما :–

– **الطريقة الرطبة :** وفيها يطحن خام الصخور الفوسفاتية (مثل فوسفات

الكالسيوم) – الموجودة في الطبيعة – ثم يعالج بحامض الكبريت (٦٢,٥٪) فيتشكل حامض الفوسفور (H_3PO_4) والجبس وفقاً للتفاعل التالي :–

$$Ca_5(PO_4)_3 + 3H_2SO_4 + 10H_2O \longrightarrow 3CaSO_4 . 2H_2O + 2H_3PO_4$$

تبرد نواتج التفاعل ثم ترشح لفصل الحامض عن بقية الرواسب . يتراوح تركيز الحامض الناتج بهذه الطريقة بين ٣٠٪ إلى ٣٢٪ ، ويمكن أن يستخدم مباشرة أو يتم زيادة تركيزه إلى الحد المطلوب .

– **طريقة الأفران الكهربائية :** وتستخدم للحصول على حامض فوسفور أكثر نقاوة وتركيزاً – مقارنة بالطريقة السابقة – وتتم هذه الطريقة على مرحلتين ، شكل (٣) ، يمكن توضيحها على النحو التالي :

١– ينقل الفوسفور – المستخرج من الصخور الفوسفاتية – إلى مركز الاحتراق حيث يُصهر ويُرش على شكل رذاذ في برج الأكسدة ليتحول إلى خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) وفقاً للتفاعل التالي :

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

$\Delta H = - 720$ K.Cal.

٢– يبرد الأكسيد الناتج ثم يعالج بالماء ليتحول إلى حامض الفوسفور الذي يرشح وينقى للحصول على المنتج النهائي وذلك كما يلي :

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

$\Delta H = - 45$ K.Cal.

* **الاستخدامات :** وتتمثل في تحضير بعض المركبات الكيميائية – تستخدم في الكثير من الصناعات غير العضوية – مثل :

– فوسفات الأمونيوم الثنائية [$(NH_4)_2 HPO_4$] : وتستخدم كسماد فوسفاتي .

– تري بولي فوسفات الصوديوم ($Na_5 P_3O_{10}$) : ويدخل في صناعة الصابون والمنظفات والأدوية والمواد الغذائية ومعالجة المياه .

– خامس كبريتيد الفوسفور (P_2S_5) : ويضاف لزيوت التشحيم والمبيدات الحشرية .

– فوسفات الكالسيوم الثنائية ($CaHPO_4.2H_2O$) : وتضاف لعلف الحيوانات والدواجن ، وكمادة مثبتة في الصناعات البلاستيكية وفي صناعة الزجاج ، بالاضافة إلى بعض الاستخدامات الطبية .

الأحماض الهيدروجينية

تتألف الأحماض الهيدروجينية بصفة أساس من الهيدروجين مع عناصر أخرى ، إلا أنها لاتحتوي على عنصر الأكسجين بصورة أو بأخرى . ومن أمثلة الأحماض الهيدروجينية مايلي :–

• حامض كلوريد الهيدروجين

تم التعرف على حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) في القرن الخامس عشر الميلادي ، ويوجد الحامض في الظروف العادية على شكل غاز يغلي سائلة عند درجة – ٨٣°م ، ويتجمد عند درجة –١١١°م ، وينحل الغاز بسهولة في الماء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين بتراكيز مختلفة تعتمد على كمية الغاز المذاب في الماء . ويوجد الحامض تجارياً بثلاثة تراكيز هي ٢٨٪ ، و ٣٢٪ ، و ٣٧٪ HCl .

* **طرق الصناعة :** وتتمثل في أربع طرق رئيسة هي :–

– كناتج ثانوي عند كلورة الهيدروكربونات الأروماتية أو الأليفاتية وفقاً للمعادلة التالية :–

$$C_6H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5Cl + HCl$$

– تفاعل أملاح الكلوريدات مع حامض الكبريت : مثل تفاعل كلوريد الصوديوم مع حامض الكبريت ،وذلك كما يلي :–

$$H_2SO_4 + 2NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

ويتم ذلك حسب الخطوات الموضحة في شكل (٤) والتي تتلخص فيما يلي :–

١– يُحمص (يشوى) ملح كلوريد الصوديوم وحامض الكبريت في فرن ليتشكل غاز (HCl) وكبريتات الصوديوم .

٢– تمرر نواتج التفاعل على مبرد (مبادل حراري) ، ثم يمرر الغاز المبرد في برج يحتوي على فحم الكوك وذلك لتنقيته من الشوائب .

٣– يؤخذ غاز كلوريد الهيدروجين النقي من أعلى برج فحم الكوك ثم يمرر على برج الامتصاص بالماء فيذوب الغاز في الماء مكوناً حامض كلوريد الهيدروجين الذي يتم سحبه من أسفل البرج إلى الخزانات .

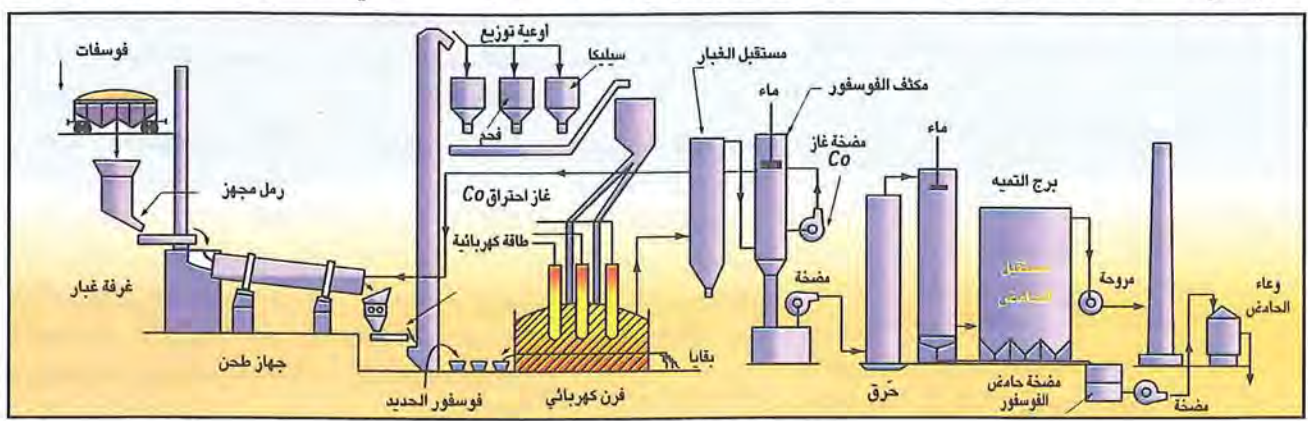
– الاتحاد المباشر بين الكلور والهيدروجين وفقاً للتفاعل التالي :–

$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2HCl$$

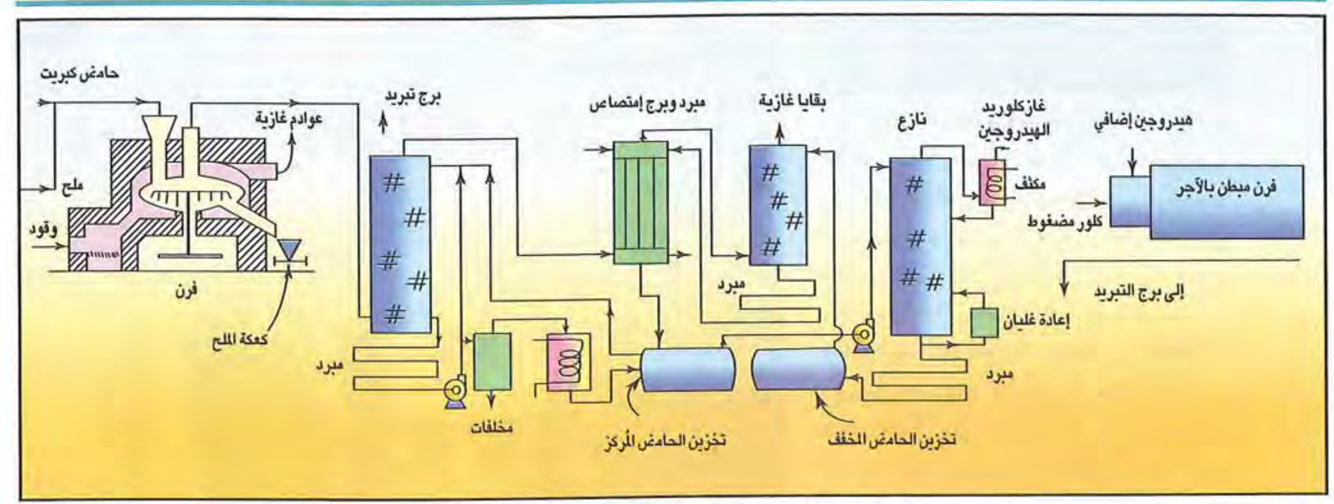
– تفاعل كلوريد الصوديوم مع غاز ثاني أكسيد الكبريت في وجود الأكسجين وفقاً للمعادلة التالية :–

$$4NaCl + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Na_2SO_4 + 4HCl$$

* **الاستخدامات :** وهي عديدة من أهمها صناعة المعادن وتستهلك ٤٧٪ من الإنتاج العالمي للحامض ، وصناعة المواد الكيميائية



شكل (٣) مخطط لإنتاج حامض الفوسفور .



● شكل (٤) مخطط لإنتاج حامض كلوريد الهيدروجين.

والصيدلانية (٣٣٪)، والصناعات الغذائية (٧٪)، وصناعة النفط (٦٪)، وبعض الصناعات الأخرى (٧٪) مثل تحضير الصمغ، واستخلاص الأحماض العضوية الدسمة، وتهيئة السطوح المراد طلاؤها، وتنظيف الستيل، وإزالة الطبقة المؤكسدة (الصدأ).

● حامض فلوريد الهيدروجين

يتميز حامض فلوريد الهيدروجين (HF) بأنه غاز سام جداً عديم اللون، تبلغ درجة انصهاره -٨٣,٧٠°م، ودرجة غليانه ١٩,٩°م، وكثافته ٠,٩٩١ جم/سم٣، وهو شديد الذوبان في الماء، ومحلوله ناقل للتيار الكهربائي، ويتفاعل الحامض مع الزجاج، لذا يتم وضعه في أوعية نحاسية أو حديدية مبطنة بالرصاص.

* **طرق الصناعة :** وتتم بعدة طرق أهمها :

– كناتج ثانوي من فلورة الهيدروكربونات وفقاً للتفاعل التالي :-

$$CH_4 + F_2 \longrightarrow CH_3F + HF$$

– تفاعل حامض الكبريت مع أملاح الفلور، ويوضح الشكل (٥) خطوات إنتاج حامض فلوريد الهيدروجين بهذه الطريقة، حيث تدخل المواد الأولية (حامض الكبريت وفلوريد الكالسيوم) إلى الفرن الدوّار المسخن من الخارج فيتم التفاعل التالي :

$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2HF$$

يخرج غاز فلوريد الهيدروجين من الفرن الدوّار، ويمرر على أبراج لتبريده، ثم يمرر على برج لامتصاصه بالماء أو بحامض فلوريد الهيدروجين المدد.

* **الاستخدامات :** وهي عديدة ومن أهمها :

– الحفر والكتابة على الزجاج، وذلك بسبب تفاعل الحامض بشدة مع الزجاج وفقاً للمعادلة التالية :-

$$SiO_{2(S)} + 6HF \longrightarrow SiF_6^{2-} + 2H_2O + 2H^+$$

– تحضير فلوريدات المعادن مثل فلوريد الصوديوم وذلك كما يلي :-

$$NaCl + HF \longrightarrow NaF + HCl$$

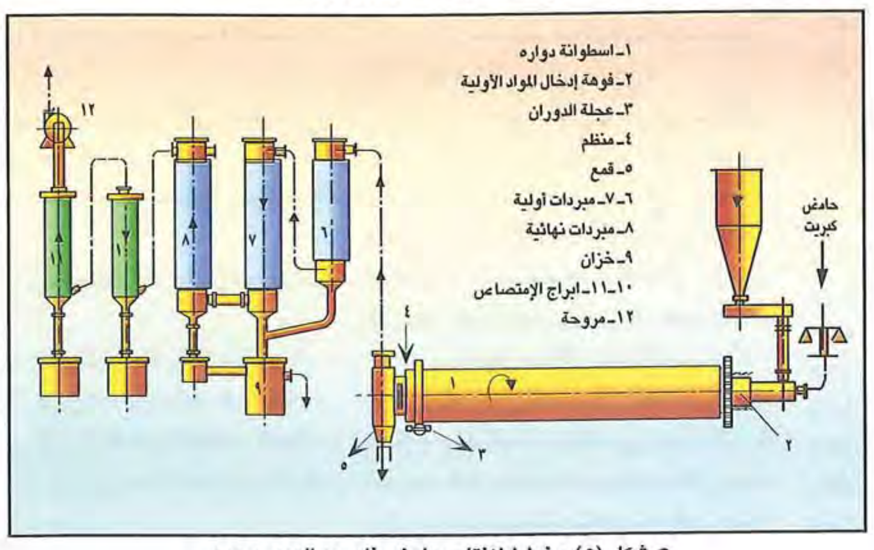
– الحصول على الفلوروهيدروكربونات – في الصناعات البتروكيميائية – مثل الفريون ١١، ١٢، ٢٢.

صناعة الأحماض بالمملكة

بدأت صناعة الأحماض بالمملكة العربية السعودية منذ عام ١٩٧٢م، حيث قامت شركة الصناعات الكيميائية الأساس المحدودة بالدمام بإنتاج حامض كلوريد الهيدروجين بطاقة إنتاجية (١٨٩٠٠ طن/سنة)، كما قامت شركة الكلور العربية المحدودة بإنتاج هذا الحامض في عام ١٩٩١م.

تقوم شركة سافكو – إحدى شركات سابك – في الدمام بإنتاج حامض الكبريت بطاقة إنتاجية ٨٨٣٢٦ طن/سنة، كما ينتج هذا الحامض بكميات قليلة كمنتج ثانوي في بعض المصانع الأخرى.

بالاضافة لذلك فهناك عدة أحماض سيتم إنتاجها قريباً بالمملكة تفي بحاجة السوق السعودية، منها أحماض الفوسفور، والنيتروجين، والكبريت، وفلوريد الهيدروجين.



● شكل (٥) مخطط لإنتاج حامض فلوريد الهيدروجين.

الأسمدة البوتاسية

د. محمد شفيق الكتاني

تعد عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من أهم عناصر التغذية للنبات ويحتاجها بكميات أكبر بكثير من أية عناصر أخرى، ويختلف البوتاسيوم عن الفوسفور والنيتروجين في أنه لايدخل في تركيب أي من المركبات العضوية في النبات، وإنما يتواجد في خلايا النباتات على صورة أيونات وعلى شكل أملاح ذائبة في العصير الخلوي، وجزئياً على صورة مواد غير ذائبة ممتزة على غرويات السيتوبلازم.

تتضمن بعض الوظائف الفيسيولوجية للبوتاسيوم في النباتات مايلي:

- تحويل الكربوهيدرات البسيطة الى كربوهيدرات أكثر تعقيداً مثل السكريات المتعددة والثنائية.
- استخدام نيتروجين النشادر لتكوين البروتين في النباتات الخضراء.
- تعديل الأحماض العضوية الهامة فيسيولوجياً.
- تنظيم فعاليات مواد التغذية المعدنية الضرورية.
- زيادة فعاليات الإنزيمات التي تشارك في تبادل الكربوهيدرات.
- المساعدة على نمو الأنسجة الناشئة (الفتية).
- التحكم في حركة الماء داخل فجوات الأنسجة.
- التأثير على الوظيفة الفيزيائية لغرويات السيتوبلازم وزيادة قابليتها على التبلل، وكذلك على مقاومة النبات للجفاف، كما أنه يلعب دوراً كبيراً في عمليات تبادل المواد في الخلايا.
- التأثير على نشاط التمثيل الضوئي وعلى فعاليات الأكسدة وإنتاج الأحماض العضوية في النبات.
- زيادة مقاومة النبات للتجمد حيث يرتبط هذا بالمحتوى العالي من السكريات وزيادة الضغط الأسموزي في الخلايا.
- زيادة مقاومة النبات للأمراض المختلفة.
- المساعدة على نمو الحزم الوعائية والحزم الليفية مما يؤدي إلى ثباتية الساق ومقاومة النبات للإنحناء والسقوط.

ويمكن تصنيف مركبات البوتاسيوم المتواجدة في التربة إلى مايلي:

١ـ البوتاسيوم الذي يدخل في تركيب المعادن الألومينو ـ سيليكاتيه الثابتة وعلى رأسها الفلدسبار والمايكا والتي تتصف بكونها ضعيفة الذوبان والانهضام للنبات.

٢ـ البوتاسيوم المتبادل والممتص من قبل غرويات التربة وهو بحدود لايتعدى ٥ر٠ ـ ٥ر١٪ من المحتوى الكلي لهذا العنصر.

٣ـ البوتاسيوم الذائب في الماء على شكل أملاح مختلفة ذائبة في رطوبة التربة (نترات، فوسفات، كبريتات، كلوريدات وكربونات البوتاسيوم) والتي يمكن امتصاصها بشكل مباشر من قبل النباتات.

خامات البوتاسيوم

يشكل البوتاسيوم حوالي ٣٥ر٢٪ من القشرة الأرضية حيث يكون ممزوجاً بصورة أساس مع ترسبات من مركبات الصوديوم، كما أنه يوجد أيضا في الفلدسبار (feldspars)، والمسكوفيت (Muscovite) ـ المايكا البيضاء ـ والجرانيت (Granite)، والنيس (Gneiss). وتشكل الصخور الرسوبية حوالي ٥٪ من القشرة الارضية حيث تحتوي على حوالي ١ر١٪ بوتاسيوم، وحوالي ٧ر٢٪ طين صفحي (shales) علماً بأن البوتاسيوم لايوجد في الطبيعة على هيئة عنصر لأنه فعال جداً ويمتاز بفعالية عاليه مع عناصر اخرى.

تنتج الترسبات المعدنية للبوتاسيوم عادة نتيجة تبخر الماء من البحار المغلقة بالاراضي الجافة (Closed Land Seas)، التي انفصلت عن الجزء المحيطي الرئيسي، حيث يتسبب إنجراف مياه الأنهار في إذابة أملاح البوتاسيوم والمعادن القلوية الأخرى من الصخور والتربة ونقلها إلى المحيطات والبحيرات.

تترسب الأملاح عادة وفق ترتيب معين اعتماداً على درجة تبلورها وتكون عادة وفق الترتيب التالي: كربونات الكالسيوم، كربونات المغنيسيوم، كلوريد المغنيسيوم، واخيراً كلوريد البوتاسيوم، وتكون الترسبات الناتجة عن تبخر مياه البحار غنية بكلوريدات وكبريتات المغنيسيوم وكميات قليلة من البوتاسيوم والبروم، وهي تشمل السايلفيت (KCl)، والكرناليت ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$)، والكيزيريت ($MgSO_4 \cdot H_2O$)، والبولي هاليت ($2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$)، واللانغبينيت ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$)، والبوراسيت ($5MgO \cdot MgCl_2 \cdot 7B_2O_3$).

أما بالنسبة للترسبات الناتجة عن تبخر مياه البحيرات فإنها تحتوي على مركبات معدنية اخرى مثل الهاليت (NaCl)، والهانكسيت ($9Na_2SO_4 \cdot 2Na_2CO_3 \cdot KCl$)، والترونا ($Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$)، والقلاسيريت ($3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$). ومن أهم مركبات البوتاسيوم الموجودة في الطبيعة المركبات المعدنية الكلوريدية

المركب	التركيب الكيميائي	K_2O (%)
١ ـ الكلوريدات		
ـ سايلفيت (Sylvite)	KCl	٦٣,١
ـ كرناليت (Carnallite)	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	١٧,٠
ـ كينيت (Kainite)	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$	١٨,٩
ـ هانكسيت (Hanksite)	$KCl \cdot 9Na_2SO_4 \cdot 2Na_2CO_3$	٣,٠
٢ ـ الكبريتات		
ـ بولي هاليت (Polyhalite)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	١٦,٥
ـ لانغبينيت (Langbeinite)	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	٢٢,٦
ـ ليونيت (Leonite)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$	٢٥,٥
ـ كروقيت (Krugite)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4CaSO_4 \cdot 2H_2O$	١٠,٧
ـ غلاسيريت (Glaserite)	$3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$	٤٢,٦
ـ سكيونيت (Schoenite)	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$	٢٣,٣
ـساينجينيت (Syngenite)	$K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$	٢٨,٨
ـ افثيتاليت (Aphthitalite)	$(K, Na)\,SO_4$	٢٩,٨
ـ كالينيت (Kalinite)	$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$	٩,٩
ـ ألونيت (Alunite)	$K_2Al_6(OH)_{12}(SO_4)_4$	١١,٤
٣ ـ النترات		
ـ نتر (Niter)	KNO_3	٤٦,٥

جدول (١) أهم المركبات البوتاسية الموجودة في الطبيعة .

والكبريتية حيث تختلف نسبة (K_2O) في هذه المركبات حسب التركيب الكيميائي، جدول (١) .

إنتاج الأسمدة البوتاسية

يتم إنتاج الأسمدة البوتاسية من خام أملاح البوتاسيوم وذلك بعد طحنها ومزجها بنسب معينة ومن أهم الأملاح المستخدمة مايلي :

• كلوريد البوتاسيوم

يأتي سماد كلوريد البوتاسيوم (KCl) على شكل حبيبات اومسحوق ذو لون ابيض اذا كان نقياً ويميل الى اللون الاحمر اذا كان مشوباً ، ويحتوي على حوالي ٥٨ر٦٢٪ من أكسيد البوتاسيوم (K_2O) ونسب قليلة من كلوريد الصوديوم ، وتتراوح نسبة البوتاسيوم في هذا السماد مابين ٣٩ـ ٥١٪ والكلور حوالي ٤٧٪ ، ويتم الحصول على كلوريد البوتاسيوم من مياه البحيرات الملحية وذلك بعد عملية تبخير الماء وفصل الملح الصلب من الاملاح الناتجة بواسطة الطرق التالية :

* **الاذابة الحرارية** (Thermal Dissolution Process) : وتعتمد على اختلاف قابلية ذوبان ملحي كلوريد البوتاسيوم (KCl) وكلوريد الصوديوم (NaCl) بزيادة درجة الحرارة ، فبإرتفاع درجة الحرارة تزداد ذوبانية (KCl) أكثر من (NaCl) .

ويتم في هذه الطريقة ، شكل (١) طحن الملح الخام بواسطة الات طحن خاصة ، وعندما يكون الملح الخام مكوناً من مزيج من كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم فإن ذوبانية كلوريد الصوديوم تبلغ ٤ر٣٥جرام في ١٠٠ جرام من الماء وكلوريد البوتاسيوم ٧ر٣٤ جرام عند درجة حرارة ٢٠ْ م ، ولفصل الاملاح يسخن المحلول إلى درجة حرارة ١٠٠ْم حيث تزداد ذوبانية كلوريد الصوديوم الى ١ر٣٩ جرام فقط في حين تزداد ذوبانية كلوريد البوتاسيوم إلى ٧ر٥٦ جرام ، وعندها يمكن فصل كلوريد الصوديوم.

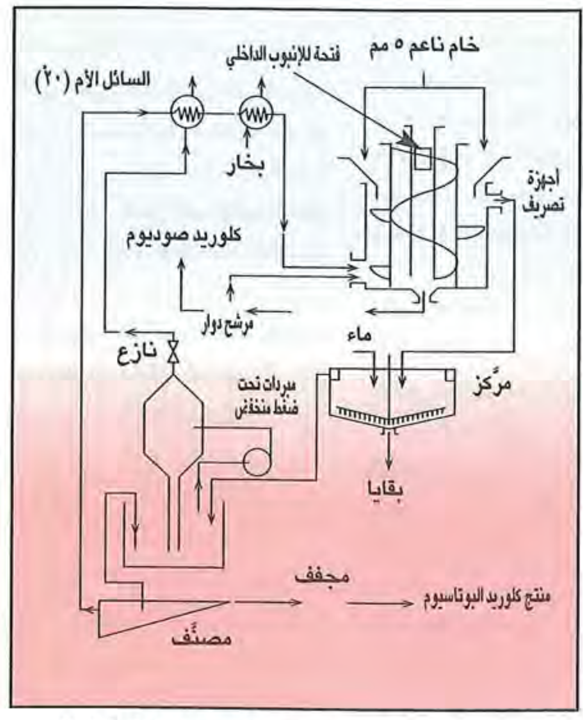
وعملياً يسخن المحلول المركز بملحي كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم عند درجة حرارة ٢٠ْ م ، الى ١١٠ْ ، وبعدها تتم إبانة المحلول ويبرد إلى درجة حرارة ٢٠ْ م ، حيث يترسب كلوريد البوتاسيوم النقي ويبقى كلوريد الصوديوم والشوائب غير القابلة للانحلال . وقد يصاحب بلورات كلوريد البوتاسيوم بعض الطين ومواد غروانية ، حيث يمكن ازالتها بواسطة غسيل البلورات بكميات محدودة من الماء .

* **طريقة التعويم** (Flotation process) : وتعد أكثر الطرق استخداماً في العالم للحصول على السايلفيت (KCl) من السايلفينيت (KCl +NaCl) التي تعتمد على اضافة عامل مزبِّد(Frothing agent) مثل عوامل هيدرفوبيه (عوامل جاذبة للماء) منها كحولات أليفاتيه مسلفنة او عوامل هيدروفيلية (عوامل دفوعة للماء) مثل خلات الأمين ، وتتلخص هذه الطريقة بالخطوات التالية:

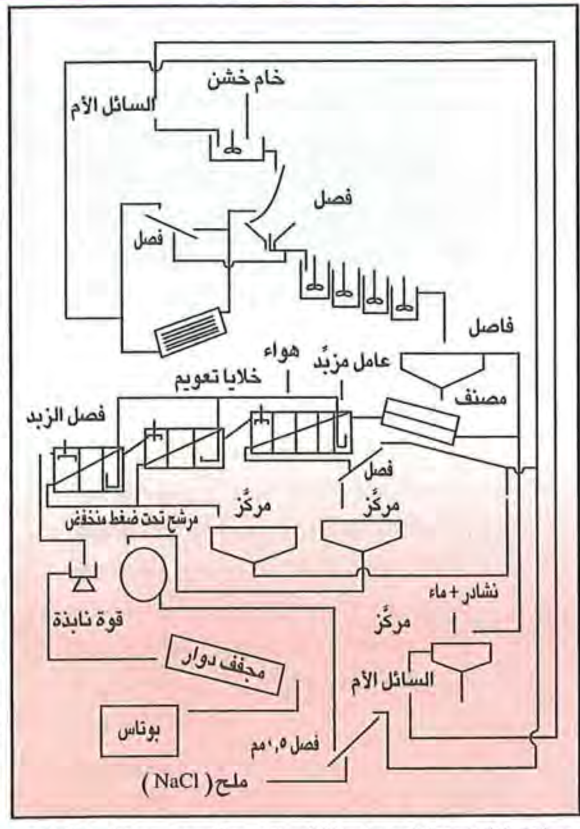
١ـ الطحن والتصنيف .

٢ـ اضافة محلول مركز (NaCl و KCl) للحصول على عجينة تحتوي على ٥٠ـ ٧٠٪ مواد صلبة .

٣ـ طحن رطب للخام إلى حجم يمكن أن يحرر السايلفيت عن بلورات كلوريد الصوديوم . ويختلف هذا الحجم باختلاف



• شكل (١) طريقة فصل كلوريد البوتاسيوم من خام السايلفين أو السلفين.



● شكل (٢) طريقة التعويم لاستخلاص كلوريد الصوديوم من السايلفينيت.

حجم البلورات .

٤- إضافة عوامل معينة تشتمل - عادة - على أمين (Amine) وذلك لجعل البوتاسيوم أكثر دفعاً للماء ، كما يضاف الكحول ليعمل كعامل مزبِّد .

٥- تخفيف العجينة الى ٢٠٪-٢٥٪ مواد صلبة .

٦- إدخال السايلفيت المحتوي على المحلول الملحي المركز إلى سلسلة من خلايا الطفو او التعويم مع التحريك ، وإدخال الهواء على شكل فقاعات لجعل دقائق السايلفيت تطفو على السطح ، ومن ثم يكشط السايلفيت العائم ميكانيكياً .

٧- يجفف السايلفيت الناتج في مجففات خاصة .

٨- نخل السايلفيت الجاف للحصول على أحجام متنوعة حسب رغبة السوق .

٩- التعبئة .

ويبين الشكل (٢) إحدى طرق التعويم للحصول عل كلوريد البوتاسيوم .

*** التجزيء الالكتروستاتيكي** (Electrostatic fractionation) ويستخدم فيها أجهزة كهربائية خاصة لشحن مكونات الملح ، وتتم هذه الطريقة عادة بتسخين المادة إلى درجة حرارة ٣٠٠-٧٠٠°م يعقبها عملية تبريد الى درجة حرارة تتراوح من ١٠٠-٢٠٠° م ، او بواسطة معالجتها بعوامل خاصة لتتغير بشكل انتقائي الخواص الكهربائية لأملاح معينة لفصل واحد منها أو اكثر من المزيج الملحي ، وذلك باستخدام أحماض اليفاتيه عطرية أحادية الكربوكسيل .

وتتلخص هذه الطريقة بطحن الملح الخام إلى حبيبات حجم الواحدة منها ١-٢مم ثم تضاف إليها عوامل خاصة من مركبات عضوية أغلبها أحماض كربوكسيلية وبكميات تتراوح من ٥٠-٢٠٠جم لكل طن من الملح الخام ، وبعدئذ يجفف الملح الخام بواسطة الهواء الساخن ويمرر الى أجهزة خاصة تصبح فيها مكونات الملح مشحونة بشحنات متعاكسة حيث تستغرق عملية الشحن دقيقة واحدة .

وتجرى عملية فصل المزيج الملحي المشحون على عدة خطوات خلال أجهزة فصل صفائحية في وحدة طولها ١٠ متر وعرضها ٢ متر حيث تسقط الدقائق المشحونة لتنحرف جانباً بواسطة جهد كهربائي يتراوح مابين ٤-٥ كيلوفولت /سم وتفصل كل منها حسب شحنتها ، وتدور الألكترودات من ١٠-٣٠ دورة/ دقيقة بعكس اتجاه الفراشي التي تزيل الدقائق المترسبة .

● كبريتات البوتاسيوم

توجد كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) على شكل حبيبات بلورية رمادية اللون قابلة للذوبان في الماء وتحتوي على حوالي ٤٣٪ من أكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، ويتم الحصول عليها كما يلي :

١- من خام اللانغبينيت (Langbeinte) وكلوريد البوتاسيوم وذلك وفق التفاعل التالي :

$$K_2SO_4 . 2MgSO_4 + 4KCl \longrightarrow 3K_2SO_4 + 2MgCl_2$$

ويبين شكل (٣) إحدى الطرق الصناعية لإنتاج كبريتات البوتاسيوم من خامي اللانغبينيت وكلوريد البوتاسيوم .

٢- من كبريتات المغنيسيوم وكلوريد البوتاسيوم ، ويجري التفاعل في هذه الطريقة على خطوتين حيث يتشكل في الخطوة الأولى السكيونيت وفق التفاعل التالي :

$$2KCl + 2MgSO_4 + 6H_2O \longrightarrow MgCl_2 + \underset{\text{السكيونيت}}{K_2SO_4 . MgSO_4 . 6H_2O}$$

ويتم في الخطوة التالية مزج السكيونيت مع الملح للحصول على كبريتات البوتاسيوم وفق التفاعل التالي :

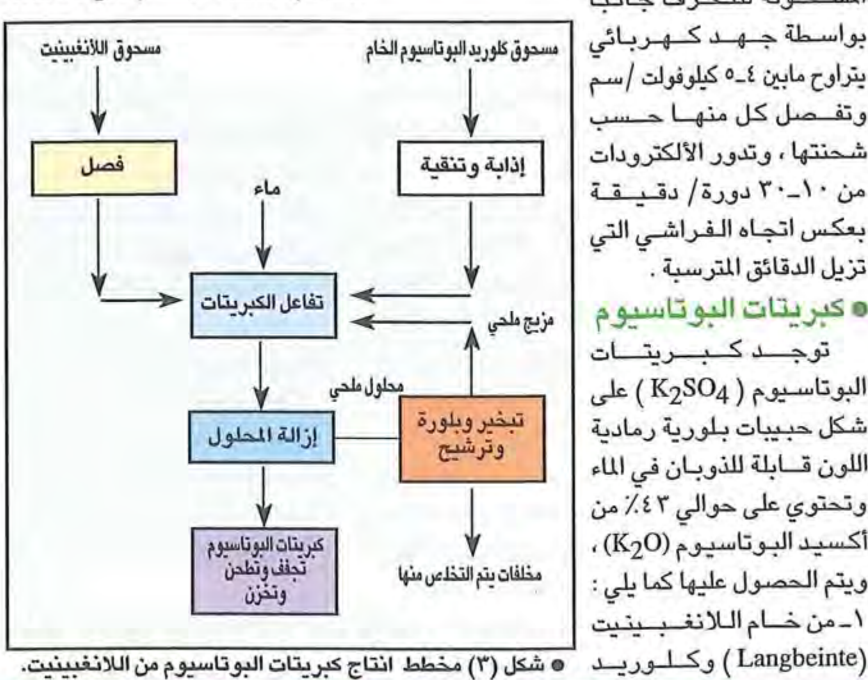
$$K_2SO_4 . MgSO_4 . 6H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$$

وتتم ازالة كبريتات البوتاسيوم بواسطة القوة النابذة ، ويعاد السائل الساخن الى وعاء الترقيد .

٣- يمكن انتاج كبريتات البوتاسيوم بواسطة طرق حرارية منها :

*** طريقة مانهيم** (Mann heim) وتتم صناعة كبريتات البوتاسيوم في هذه الطريقة بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريت على مرحلتين ، ففي المرحلة الاولى يتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الكبريت وفق المعادلة التالية:

$$KCl + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HCl$$



● شكل (٣) مخطط انتاج كبريتات البوتاسيوم من اللانغبينيت.

أما في المرحلة الثانية فيتم تفكيك كبريتات البوتاسيوم الحامضية بوجود كلوريد البوتاسيوم عند درجة تصل الى ٧٠٠ْ م وفق التفاعل التالي:

$$KHSO_4 + KCl \longrightarrow K_2SO_4 + HCl$$

يتم التفاعل الأول عند درجة حرارة منخفضة نسبياً فتنتج كبريتات البوتاسيوم الحامضية .

* **طريقة هارغريفز** (Hargreaves process): ويتم في هذه الطريقة طحن كلوريد البوتاسيوم وادخاله إلى وعاء التفاعل، وبعد ذلك يتم ادخال ثاني اكسيد الكبريت الناتج عن حرق الكبريت إلى وعاء التفاعل مع تيار من الهواء وبخار الماء حيث يجري التفاعل التالي:

$$4KCl + 2SO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2K_2SO_4 + 4HCl$$

يستفاد من حامض كلوريد الماء الناتج من كلا الطريقتين في بعض البلدان الصناعية ـ المنتجة لكبريتات البوتاسيوم ـ للحصول على فوسفات ثنائية الكالسيوم، وذلك بتفاعله مع صخر فوسفاتي، ومن ثم تعديل المنتج بهيدروكسيد الكالسيوم أو الكلس، أويستفاد منه في عمليات طرق تعزيز إستخراج النفط، أو الحصول على كلوريد الأمونيوم.

• نترات البوتاسيوم

تتشكل نترات البوتاسيوم (KNO_3) على شكل حبيبات اومسحوق أبيض يعرف بملح بيتر (Salt Peter) يحتوي هذا الملح على ١٣٪ نيتروجين، و٤٤٪ اكسيد البوتاسيوم (K_2O) ، ويتم الحصول على نترات البوتاسيوم بواسطة الطرق التالية :

* **طريقة** (Southwest Potash Process) : وتتم بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض النيتروجين (بنسبة ٦٥٪) الذي يتم تبريده لمنع تفاعله مع كلوريد البوتاسيوم اثناء إدخال المزيج في برج التفاعل، وهو عبارة عن أوتوكلاف مصنوع من التيتانيوم ومبطن بالآجر المقاوم للأحماض عند درجة حرارة ٧٥ْ وضغط ٧٦ر١كجم/سم٢ وفق المعادلة التالية :

$$3KCl + 4HNO_3 \longrightarrow 3KNO_3 + Cl_2 + NOCl + 2H_2O$$

يخرج المزيج من برج التفاعل الى برج آخر لنزع الكلور حيث يسخن مع كمية إضافية من بخار حامض النيتروجين عند درجة حرارة ١٥٠ْم وذلك لإتمام التفاعل.

يؤكسد المزيج الغازي المكون من كلوريد النتروزيل والكلور في مفاعل آخر بواسطة حامض النيتروجين الساخن والمركز إلى ٨٠٪ على الأقل عند درجة ٥٠ْم حيث يعطي ثنائي أكسيد النيتروجين وكمية أخرى من الكلور وفق التفاعل التالي :

$$NOCl + 2HNO_3 \longrightarrow 1/2\,Cl_2 + 3NO_2 + H_2O$$

يكثف الماء المتشكل ويعاد الى المفاعل الأول أما غازي الكلور وثاني اكسيد النيتروجين فيفصلان عن بعضهما، ويعبأ الكلور في إسطوانات للاستفادة منه في أغراض متعددة، أما ثاني أكسيد النيتروجين فتتم إذابته في الماء للحصول على حامض النيتروجين (٦٥٪)، ويمكن التعبير عن تفاعل الأكسدة كما يلي :

$$2NO_2 + H_2O + 1/2O_2 \longrightarrow 2HNO_3$$

كما ويمكن التعبير عن مجمل التفاعلات التي تحدث في هذه العملية بالتفاعل التالي:

$$KCl + HNO_3 \longrightarrow KNO_3 + HCl$$

* **طريقة (IMI):** وتعتمد على الاستخلاص بواسطة مذيب من الكحول (C5) عند درجة حرارة منخفضة نسبياً .

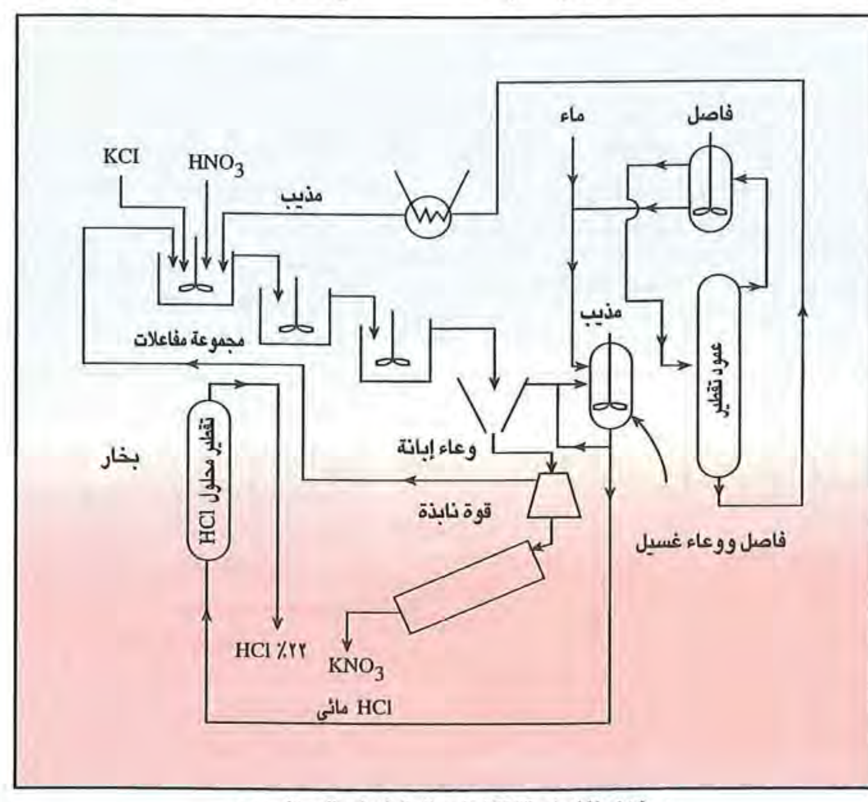
وتتم هذه الطريقة بإدخال كلوريد البوتاسيوم مع كمية معينة من حامض النيتروجين المبرد بنسبة تركيز ٦٠٪ـ٧٠٪ إلى المفاعل الأول من سلسلة مفاعلات عند درجة حرارة ٥ْـ١٠ْ ، شكل(٤)، ويضاف مع المزيج أيضا المحلول الملحي الدوار والمذيب . يعد التفاعل بين كلوريد البوتاسيوم وحامض النيتروجين تحت ظروف عادية تفاعل عكوس ولكن بوجود المذيب يجري التفاعل إلى نهايته . يتم فصل كلاً من حامض كلوريد الهيدروجين وحامض النيتروجين ـ غير المتفاعل ـ المذابان في طور المذيب في حين يتم فصل بلورات نترات البوتاسيوم بواسطة الابانة أو القوة النابذة، ثم تجفف للتخزين.

• ميتافوسفات البوتاسيوم

يحتوي هذا الملح على حوالى ٨٧ر٣٩٪ (K_2O)، ٦٠٪ (P_2O_5) ويحضر بتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض الفوسفور وفق التفاعلات التالية :

$$2KCl + 2H_3PO_4 \longrightarrow 2KH_2PO_4 + 2HCl$$

$$2KH_2PO_4 \xrightarrow{\text{تسخين}} 2KPO_3 + 2H_2O$$



• شكل (٤) طريقة IMI لصناعة نترات البوتاسيوم .



الغازات الصناعية

أ. حامد بن عودة المقرن

تلعب الغازات الصناعية دوراً هاماً في حياتنا اليومية ، حيث أن بعضها مثل الأكسجين والنيتروجين والهيدروجين ، على سبيل المثال تعد مواد أساسية للكثير من الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية . يحتاج تصنيع هذه الغازات إلى استخدام تقنيات حديثة ، مثل الإسالة التي تتم تحت درجات حرارة شديدة الانخفاض وضغوط عالية ، وتعمل هذه الطريقة على تسهيل عملية تحميل الغازات داخل أسطوانة محدودة الحجم ، وشحنها ونقلها واستخدامها . فعلى سبيل المثال لتحميل حجم من غاز الأكسجين مقداره ١٢٦ م٣ عند درجة حرارة وضغط عاديين ، فإنه يكفي إسالة هذا الغاز ليصل إلى سائل ذي كتلة ١٦٩ كجم ليوضع في أسطوانة واحدة فقط زنتها ١١٣ كجم.

ولأهمية هذه الغازات في حياتنا اليومية فقد شجعت حكومة المملكة القطاع الخاص على هذه الصناعة ، حيث يوجد أكثر من عشرين مصنعا موزعة في مناطق المملكة تنتج أنواعاً مختلفة من الغازات الصناعية تشتمل على غاز النيتروجين ، والأكسجين ، والأرجون ، والهيدروجين ، وثاني أكسيد الكربون ، والنشادر .ويوضح جدول (١) الطاقة الإنتاجية السنوية لبعض المصانع في مدينة الرياض لعام ١٤١٦هـ.

لسهولة التطرق لهذا الموضوع فإنه سوف يتم استعراض كل غاز صناعي على حده من حيث خواصه الطبيعية والكيميائية وطرق التصنيع واستخداماته وبعض المعلومات العامة الأخرى وذلك كمايلي :

غاز الهيدروجين

يمثل غاز الهيدروجين (H_2) المكون الأساسي لمعظم النجوم بما فيها الشمس ، حيث ينتج الضوء والحرارة عن عملية الاندماج النووي لنظائر الهيدروجين ، مما ينتج عنها طاقة هائلة ترسل إلى الارض على هيئة حرارة وضوء وبعض الإشعاعات . فبدون غاز الهيدروجين الموجود في الشمس فإنها لاتستطيع أن تولد طاقة كافية للحياة على سطح الأرض . وعلى مستوى الكون إجمالاً يعد عنصر الهيدروجين أكثر العناصر وفرة ، حيث يمثل ٩٣٪ من العدد الإجمالي لذرات العناصر الموجودة فيه ، كما يمثل ٧٦٪ من كتلة الكون .

الغاز	الطاقة الانتاجية / سنة		
	أسطوانة	لتر	طن
أكسجين	٧٨٥,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	..
أستيلين	١٩٣,٥٠٠	..	..
نيتروجين	..	٦٠٠,٠٠٠	..
ثلج جاف (Dry CO_2)	..	..	٧٣٠
غاز (CO_2)	..	..	٣,٠٠٠
أرجون	..	..	٦٠٠

● جدول (١) الطاقة الإنتاجية السنوية لبعض الغازات الصناعية بمدينة الرياض .

أشتق اسم هذا الغاز أصلاً من الكلمتين الإغريقيتين (Hydro+gen) وهي بمعنى مولد الماء (Water Generator) حيث يتم توليد الماء عن طريق حرق الهيدروجين . يعد عنصر الهيدروجين في حالته النقية غازا عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه شديد الاحتراق والانفجار . وهو من أخف العناصر في الكون، جدول (٢) ، حيث تحتوى نواة ذرته على بروتون وحيد يمثل الشحنة الموجبة ، ويدور حولها إليكتروناً واحداً ذو شحنة سالبة ، ورغم بساطة هذه الذرة فإن لها نظائر مشعة عديدة التطبيقات ، فعلى سبيل المثال يتحد نظير الديوتيريوم (Deuterium) ـ تحتوي نواته على بروتون ونيوترون ـ ومع الأكسجين ويكون الماء الثقيل،وهو أثقل من الماء العادي ، وله تطبيقات عديدة في مجال الفيزياء النووية . يوجد هذا النظير في الطبيعة بنسبة حوالى واحد لكل ٦٥٠٠ ذرة هيدروجين . وقد أكتشف في عام ١٩٣٢م على يد العالم **هارولد يوري (Harold Urey)** . أما عندما تحتوى نواة الهيدروجين على نيوترونين وبروتون واحد فإنها تولد نظير التريتيوم (Tritium) وهو أثقل من الهيدروجين بثلاث مرات .

يتواجد الهيدروجين على الأرض بشكل أساس في جزيء الماء متحداً مع الأكسجين، ويمكن فصله بإمرار بخار الماء فوق كربون ساخن ، أو بوساطة التحليل الكهربائي للماء ، أو عن طريق الإحلال (Displacement) في الأحماض ، وكذلك عن طريق تأثير عدد من الهيدروكسيدات على الألنيوم .

ويعد إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية من أهم التقنيات الحديثة للحصول على طاقة هيدروجينية نظيفة ، ويتم في هذه التقنية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الكهروضوئية ، ثم بعد ذلك تستخدم الطاقة المنتجة لتحليل الماء إلى مكوناته الأساس (هيدروجين وأكسجين) بوساطة نظم التحليل الكهروكيميائي ، أو مايسمى بالمحللات الكهروليتيه . مما يجدر ذكره ان هذه التقنية إكتسبت أهمية كبرى في المملكة، حيث تقوم **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم**

والتقنية ضمن برنامج (Hysolar) بانتاج غازي الهيدروجين والأكسجين ، حيث يعد الغاز الأول مصدراً هاماً للطاقة النظيفة يمكن استخدامها في مجالات عديدة مثل الطهي والتبريد وكوقود للسيارات وغيرها.

رمز الغاز	H	O	N	He	Ne	Ar	Kr	Xe
العدد الذري	١	٨	٧	٢	١٠	١٨	٣٦	٥٤
الكتلة الذرية	١,٠٠٧٩	١٥,٩٩٩٤	١٤,٠٠٦٧	٤,٠٠٢٦	٢٠,١٧٩	٣٩,٩٤٨	٨٣,٨٠	١٣١,٢٩
مجموعته في الجدول الدوري	الأولى	السادسة	الخامسة	الثامنة	الثامنة	الثامنة	الثامنة	الثامنة
كثافته (جم/لتر)	٠,٠٨٩٨٨	١,٤٢٩	٠,٨٠٨	٠,١٧٨٥	٠,٨٩٩٩	١,٧٨٤	٣,٧٣٣	–
درجة الغليان(°م)	-٢٥٢,٨٧	-١٨٣	-١٩٥,٨	-٢٦٢,٩	-٢٤٦,٠٨	-١٨٥,٧	١٥٣,٣٥	-١١١,٤
درجة الغليان(°م)	-٢٥٩,١٤	-٢١٨,٤	٢٠٩,٨٦	-٢٧٢,٢	-٢٤٨,٦٧	-١٨٩,٢	-١٥٦,٦	-١١١,٩

• جدول (٢) الخواص الفيزيائية لبعض الغازات الصناعية .

كذلك يمكن إنتاج الهيدروجين من المواد الهيدروكربونية من خلال عمليات التفكك الحراري للغاز الطبيعي ، أومن خلال إعادة التشكيل البخاري للهيدروكربونات (Steam Reforming of Hydrocarbons) بوجود مادة محفزة (Catalyst) ودرجة حرارة عالية ، وفق التفاعلين التاليين :

$$C_nH_m + nH_2O \longrightarrow nCO + (\frac{m}{2} + n)H_2$$

$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$$

يستخدم الهيدروجين في صناعة السمن، وذلك عن طريق هدرجة (Hydrgenation) المركبات العضوية ، وفي إنتاج اللهب ذي الحرارة العالية المستخدم في أعمال اللحام ، وكوقود للصواريخ ، كما أنه مقترح كوقود للسيارات فضلاً عن استخداماته في تصنيع النشادر والميثانول ، وفي عملية نزع الكبريت من المشتقات النفطية ، وغيرها من الصناعات الأخرى .

الأكسجين

يعد عنصر الأكسجين (O_2) من أكثر العناصر وفرة في القشرة الارضية (Earth's Crust) حيث تصل نسبته إلى ٥٠٪ وزناً ، كما يشكل حوالي ٢١٪ من حجم الغلاف الجوي . يتحد الأكسجين مع غاز الهيدروجين ليكون الماء ، كما يتحد مع العديد من العناصر لتكوين المركبات الكيميائية ، اضافة الى أن وجوده على الأرض مهم جداً لحياة الكائنات الحية . ويوجد هذا الغاز على سطح الأرض على هيئته الجزيئية (O_2) المكونة من ذرتي أكسجين متحدتين مع بعضهما . وفي الطبقات العليا من الغلاف الجوي (طبقة الأستراتستوفير) يتحد جزيء الأكسجين (O_2) ـ بفعل الحرارة فوق البنفسجية ـ مع ذرة أكسجين (O) ليشكل غلافاً من جزيئات الأوزون (O_3) . يتميز الأوزون بكونه أزرق ومتفجر وسام حتى عند التراكيز المنخفضة ولكنه يحمي سطح الأرض من الإشعاعات فوق البنفسجية الخطرة القادمة من الشمس .

أشتق الأكسجين من الكلمتين الإغريقتين (Oxys) بمعنى حامض والكلمة (Gene) بمعنى مولد ، أي مولد الحامض (Acid Forming)، وهو غاز غير فلزي عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه يتحول إلى سائل أزرق باهت عند درجة حرارة أقل من ـ١٨٣°م ، ويصبح صلباً عند درجة حرارة أقل من ـ٢١٨°م ، ويوضح جدول (٢) بعض الصفات الفيزيائية للغاز ، أما الصفات الكيمائية فمن أهمها أنه غاز نشط كيميائياً ، حيث يتفاعل ويؤكسد معظم العناصر ليكون الآلاف من المركبات الكيميائية . ومن أشهرها تفاعله مع الحديد ليكون أكسيد الحديد (Fe_2O_3) المعروف بالصدأ.

ونتيجة لنشاط الأكسجين الشديد فان استخداماته في الصناعة كثيرة ، منها إستخدامه بشكل رئيس في المواقد المفتوحة في مصانع الحديد ، كما يستخدم في الكثير من التطبيقات الصناعية مثل صناعة الأمونيا والميثانول والأكسدة الجزئية للهيدروكربونات . كما أن الأكسجين يستخدم بكميات كبيرة في عمليات اطلاق صواريخ المركبات الفضائية حيث وصل استهلاك هذه العمليات إلى ١,٥×١٠^٦ كجم من سائل الاكسجين.

ونظراً لأهمية هذا الغاز في جميع المجالات الطبية والصناعية فإنه ينتج بكميات كبيرة . فعلى سبيل المثال وصل إنتاجه في الولايات المتحدة عام ١٩٨١م إلى ١,١٧٥×١٠^١٠م٣ .

ومن أهم الطرق الصناعية لإنتاج هذا الغاز بكميات كبيرة وفعالة عن طريق وحدات الهواء من خلال عملية التسييل (Liquefication) والتكرير (Rectification) ،وتتراح أحجام وحدات الفصل بين وحدات تبريد صغيرة تنتج أقل من طن واحد باليوم إلى وحدات عملاقة تنتج أكثر من ١٨٠٠ طن يومياً ، وينتج الاكسجين بنقاوات مختلفة ، فمنها المنخفضة التي تترواح بين ٩٥ـ٩٩٪ ، حيث يتضمن الاكسجين بعض الشوائب ، والتي يكون معظمها غاز الأرجون ، ونسباً شحيحة جداً من بعض الغازات التي تشتمل على بعض الهيدروكربونات وثاني أكسيد الكربون .

النيتروجين

يشكل النيتروجين (N_2) حوالى ٨٠٪ من الغلاف الجوي ، وهو بشكل عام غاز غير نشط كيميائيا ، الا أنه يشكل بعض المركبات الكيميائية النشطة والهامة مثل البروتين ، الذي هو عبارة عن مركبات نيتروجينية مرتبطة مع بعضها البعض . وتتمثل أهمية النيتروجين طبيعياً في دخوله في نمو الخلايا في النباتات ، حيث يتفاعل مع الأكسجين بوجود مصدر طاقة ضوئي ليشكل أول اكسيد النيتروجين ـ (Nitric Oxide- NO) والذي يتحول بدوره الى ثاني أكسيد النيتروجين (Nitrogen Dioxide - NO_2) عند التبريد ، يذوب ثاني اكسيد النيتروجين في الماء مكوناً حامض النيتروجين (Nitric Acid-HNO_3) ، وعند تخفيف هذا الحامض فإنه يتفاعل مع المواد غير العضوية، أو بالأصح المواد الفلزية في التربة ليعطي النيترات (Nitrates) التي تعد من المركبات المهمة لنمو النبات .

يتصف هذا العنصر بانه غاز عديم اللون والطعم والرائحة عند درجات الحرارة العادية . إلا أنه يتحول إلى سائل عند درجة حرارة أقل من ـ١٩٥,٨°م ويتجمد عند حرارة ـ٢٠٩,٩°م ، جدول (٢) ، وتتراوح أعداد التكافؤ للنيتروجين بين واحد إلى

خمسة ، ويتضح هذا من التركيب الكيميائي لبعض مركباته مثل: أكسيد النيتروز (Nitrous Oxide - N_2O) وأول أكسيد النيتروجين (Nitric Oxide-NO) ، وثالث أكسيد النيتروجين (Nitrogen Trioxide-N_2O_3) ، ثاني أكسيد النيتروجين (Nitrogen Dioxide -NO_2) وخماسي أكسيد النيتروجين (Nitrogen Pentoxide- N_2O_5) ،وفي أغلب الحالات فإن مركبات النيتروجين تكون ذات تكافؤ ثلاثي أو خماسي .

ينتج النتروجين بكميات كبيرة جداً بإسالة وتكرير الهواء ، ويدخل في استخدامات كثيرة جداً منها : صناعة النشادر (NH_3) وكغطاء غازي لمنع الأكسجين من الدخول في التفاعل ، وفي عمليات البلمرة . وفي الكثير من التطبيقات البتروكيميائية كغاز مخفف حامل (Carrier Gas) للمواد المتفاعلة دون الدخول في التفاعل .

ثاني أكسيد الكربون

غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)عديم اللون والطعم والرائحة ، وقليل الذوبان في الماء وهو أكثر كثافة من الهواء ، جدول (٢) .

يستخدم هذا الغاز على هيئته الصلبة في الثلاجات والآيس كريم ، واللحوم والأطعمة المثلجة ، إضافة إلى استخداماته الهامة في المشروبات الغازية (Carbonated Beverages) ، كما أنه مهم في طفايات الحريق .

يستخدم ثاني أكسيد الكربون سواءً كان غازياً أو سائلاً أو صلباً في العديد من الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية فعلى سبيل المثال يستخدم في عمليات تعزيز استخراج النفط والتبريد والمشروبات الغازية ، إضافة الى بعض الاستخدامات الأخرى المتفرقة.

ويحضر هذا الغاز عن طريق الأكسدة الكلية للكربون ، حيث يتأكسد الكربون أو المركبات المحتوية على ذرة الكربون بشكل كلي عند احتراقه في الهواء الطلق مطلقاً غاز ثاني أكسيد الكربون ، كما في المعادلة التالية :

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + 3H_2O$$

كما يمكن انتاجه عند إضافة الأحماض إلى المواد الكربونيه مع التسخين .

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

ويعد غاز ثاني أكسيد الكربون من الأكاسيد الحمضية، حيث يذوب قليلاً في الماء ليعطي محلول حامض الكربونيك (Carbonic acid) كما في المعادلة التالية :

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

كما أنه يكون أملاحاً عند تفاعله مع القواعد ، كما في المعادلة التالية :

$$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3$$

وعند تفاعل الغاز مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج راسباً أبيضاً من كربونات الكالسيوم ، حيث يستخدم هذا التفاعل في الكشف عن ثاني أكسيد الكربون.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

كذلك يستخدم هذا الغاز كحامل للمغنيسيوم في طفايات الحريق ، كما في ا لمعادلة التالية :

$$2\,Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

أول أكسيد الكربون

يعد غاز أول أكسيد الكربون (CO) أحد المكونات الرئيسة لغاز الاصطناع (Synthesis Gas) . وينتج هذا الغاز بنقاوة عالية مع الهيدروجين كمنتج ثانوي عن طريق عمليات تبريد شديدة (Cryogenic Procedures) ، وأبسط طريقة لتحضيره هي حرق أو أكسدة الكربون في وجود كمية محدودة من الهواء ، كما في المعادلة التالية :

$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

أما عند احتراق هذا الغاز في الهواء فإنه يحترق بلهب أزرق وهاج (Luiminous Blue Flame) ليكوِّن ثاني أكسيد الكربون كما في ا لمعادلة التالية :

$$2\,CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

ومن خواص أول أكسيد الكربون أنه غاز سام جداً عديم اللون والطعم والرائحة ، وتكمن سميته في أنه يكوِّن مركبات ثابته مع مادة الهيموجلوبين الناقلة للأكسجين في الدم مما يمنعها من نقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم مسبباً تسمماً ، ومما يجدر ذكره أن عوادم السيارات تنفث كميات كبيرة من هذا الغاز مسببة مشاكل بيئية خطيرة.

يدخل هذا الغاز في تطبيقات عدة من أهمها الصناعات البتروكيميائية ، حيث يعد مادة أساسية في إنتاج الميثانول وأنواع أخرى من الكحولات (Alcohols) ، كما يستخدم في صناعة مواد مختزلة (Reducing agent) في العمليات الزراعية ، وفي فصل الحديد في الأفران (Blast Furnace) ، وكمادة مثبته (Constituent) للوقود الرخيص مثل غاز الماء (Water gas) ، ومن التطبيقات الأخرى لغاز أول أكسيد الكربون إنتاج ثنائي أيزوسيانات وأكريلات الايثيل .

الغازات الخاملة

يتكون معظم الغلاف الجوي من الأكسجين والنيتروجين ، أما الباقي فهو عبارة عن ١٪ من غاز الأرجون ونسباً بسيطة من بعض الغازات الأخرى مثل النيون (Neon) والكريبتون (Krypton) والزينون (Xenon) ،وهذه الغازات بالإضافة إلى غازي الهيليوم (Helium) والرادون (Radon) تندرج تحت مايسمى بالغازات الخاملة (Inert gases) أو الغازات النبيلة (Noble gases) ، وقد أطلق هذا الإسم لعدم نشاطها كيميائياً ، وعدم قدرتها على إحداث أي تفاعل كيميائي . ويرجع ذلك الى إستقرارها من ناحية التركيب الإلكتروني ، إذ أن جميع الأغلفة الالكترونية الخارجية لذراتها ممتلئة بثمانية الكترونات ، ويعد هذا المفهوم (الغازات الخاملة) في الوقت الحالي خاطيء ، حيث أستخدم غاز الزينون متحداً مع الفلورين في عام ١٩٦٢م ، ومنذ ذلك الحين استخدم الأرجون والكريبتون والرادون مع الفلورين أيضاً .

وبشكل عام تعد الغازات الخاملة منتج ثانوي لعملية التكرير وفصل الهواء ، ويمكن استعراض أنواعها وطرق تصنيعها واستخداماتها الصناعية فيما يلي :

● غاز الهيليوم

أتت تسمية هذا الغاز بالهيليوم (He) أصلاً من الكلمة اليونانية (Helios) أي بمعنى الشمس ، حيث يتواجد هذا الغاز بكثرة .

ويعد الهيليوم غاز عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه خامل كيميائياً ،

أي أنه لايحترق ولايساعد على الاحتراق أوالتفاعل مع المواد الأخرى . يتصف غاز الهيليوم أن درجة غليانه أقل من درجة غليان أي غاز خامل آخر ، كما هو واضح من جدول (٢) ، كما يعد من أخف الغازات المعروفة بعد الهيدروجين ، وثاني أكثر الغازات وفرة في الكون . يوجد غاز الهيليوم بوفرة كبيرة جداً في النجوم ، ويعود ذلك إلى الاندماج النووي للهيدروجين ، إلا أن وجوده في الغلاف الجوي للأرض قليل حيث يصل الى حوالي جزء واحد لكل ١٨٦٠٠٠ جزء . بسبب أن الجاذبية الأرضية لهذا الغاز ليست قوية بما فيه الكفاية لإعاقة إنفلاته التدريجي باتجاه الفضاء . ويعود السبب في وجود الهيليوم في الغلاف الجوي الارضي نتيجة للتفكك التلقائي لبعض النظائر المشعة الثقيلة مع إصدار جسيمات ألفا التي تتحول إلى غاز الهيليوم .

شهد منتصف ١٩٦٠م زيادة كبيرة في استهلاك الهيليوم ، وذلك لاستخدامه في برامج الفضاء ، حيث قفز الاستهلاك السنوي من ٨ر٧×$١٠^{٦}$م٣ إلى ٦٩ر٢×$١٠^{٧}$م٣ في عام ١٩٦٦م ، و ٨ر١×$١٠^{٩}$م٣ في نهاية عام ١٩٨٥م والى ٤ر٢×$١٠^{٩}$م ٣ في عام ١٩٩٠م ، كما يستخدم الهيليوم في الكثير من التطبيقات البحثية ، وذلك راجع لعدم نشاط هذا الغاز ، حيث يستخدم كغاز خامل أو ناقل (Carrier gas) للمواد الداخلة في التفاعل الكيميائي ، كما أن درجة غليانه قريبة جداً من درجة الصفر المطلق ، ولهذا السبب فإنه يستخدم وعلى نطاق واسع في الأبحاث التي تجرى عند درجات الحرارة المنخفضة .

يستخلص غاز الهيليوم من الغاز الطبيعي والحقول الغازية حيث تبلغ نسبته ٢٪ ، وتتلخص عملية الاستخلاص بإدخال الغاز تحت ضغط منخفض (٠,٣ الى ٠,٥ ضغط جوي) وينزع منه الماء والمركبات الهيدروكربونية القابلة للتكثف ، ومن ثم يمرر في جهاز تنقية لإزالة الغبار ، وبعد ذلك يمرر إلى ابراج الامتصاص لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بواسطة محلول من أحادي إيثانول أمين (MEA) وثنائي إيثيلين جليكول ، وأخيراً يمرر في طبقة من البوكسيت . ولفصل الهيليوم الخام يدخل الغاز المنقى إلى وحدات خاصة ويبرد الى درجة حرارة ـ ١٥٦ْم بواسطة التبادل الحراري مع الهيليوم الخام والغاز الطبيعي المستنزف ، ويتم تمدد التيار المبرد في عمود فاصل ، حيث يتم تسييل الغاز الطبيعي وفصله ، وذلك بواسطة مبردات حلزونية يمر فيها نيتروجين بارد تحت ضغط منخفض ويكون الغاز المتبقى عبارة عن ٧٥٪ هيليوم و ٢٥٪ نيتروجين .

ولتنقية غاز الهيليوم يتم أولاً فصل آثار الهيدروجين في مفاعل مع كمية صغيرة من الهواء ، حيث يتم أكسدته الى ماء فوق محفز من البلاتين ، أما النيتروجين فيتم فصله بالتبريد إلى درجة حرارة أقل من ـ ١٩٣ْم ، ويتم تنقيته من الشوائب الأخرى بواسطة الامتزاز في وحدات خاصة .

ينتج الهيليوم في معظم الوحدات بدرجة غليان ـ ٩ر٢٦٨ْم تحت ضغط (جوي واحد) بالمقارنة مع الهيدروجين الذي يغلي عند درجة حرارة ـ ٢٥٢ْم .

● الأرجون

يعد غاز الأرجون (Ar) أحد الغازات الخاملة حيث كان يعتقد ـ ولزمن طويل ـ بأنه غير نشط كيميائيا ، ولايتفاعل مع المواد الأخرى ، ولكن المؤشرات الآن توضح إمكانية اتحاده مع مركب فلوريد البورون (Boron Fluoride) ليكون مركبات كيميائية .

يوجد الأرجون طبيعياً في الصخور ويشكل ١,٣٪ من وزن الغلاف الجوي ، وقد تم فصله أول مرة عام ١٨٩٤م ، عن طريق فصل الأكسجين والنيتروجين كيميائياً من الهواء

يتم تحضير غاز الأرجون وكذلك النيون والكريبتون والزينون تجارياً كمنتجات ثانوية من وحدات فصل الهواء بالتبريد ، ويتم تقطير الهواء باستخدام أعمدة وأبراج مضاعفة خاصة ، ويتم بعد ذلك فصل الغازات النادرة عن طريق عمود في جانب الوحدة ، يتم فصل الأرجون لأنه يغلي عند درجة اقل بقليل من درجة حرارة غليان الأكسجين ، وبعد ذلك يسحب الأرجون من الطرف العلوي للعمود عند نقطة أعلى من مستوى منتج الاكسجين ، ويتم تنقية الأرجون الخام من الشوائب ، مثل الأكسجين والنيتروجين في وحدات خاصة ، وتتم ازالة الاكسجين على هيئة بخار ماء باضافة الهيدروجين مع مادة محفزة عند درجة حرارة عالية ، يجفف الغاز من بخار الماء الناتج في وحدات تجفيف خاصة ، كما تتم ازالة النيتروجين بواسطة التقطير بالتبريد للحصول على الأرجون بنقاوة ٩٩٩ر٩٩٪ .

يستخدم الأرغون في الصناعات التعدينية ، فمثلاً يستخدم كغطاء واق من الأكسجين عند لحام المعادن مثل الألمنيوم والستانلس ستيل ، وفي تقنية المعادن مثل: الزركونيوم ، والتيتانيوم ، وعدة خلائط معدنية أخرى ، كما يستخدم في المصابيح الضوئية .

● النيون

أكتشف غاز النيون (Ne) عام ١٨٩٤م ، وهو غاز خامل لايتفاعل ولايكون أي مركب ، كما أنه عديم اللون والطعم والرائحة ، وهو أخف من الهواء ، جدول (٢) ، يوجد هذا الغاز بكميات قليلة في الغلاف الجوي للأرض ، وفي صخور قشرة الأرض ، وهو يستخدم في مصابيح الفلورسنت (Fluorescent Lamps) واللوحات الضوئية الكهربائية حيث يعطي لونا أحمر .

● الكريبتون

يوجد القليل من غاز الكريبتون (Kr) في الغاز الطبيعي وفي البراكين ، ولكن معظم وجوده يكون في الغلاف الجوي للأرض ، وهو من الغازات النادرة (Rare gas) ، ويستخدم في مصابيح الفلورسنت وفلاشات الكاميرات ، وذلك لما يتميز به من سرعة عالية للاضاءة تساعد على التصوير الفوتوغرافي ، ويتميز هذا الغاز ، إضافة إلى صفاته الفيزيائية الموضحة في الجدول (٢) ، بأنه عديم اللون والطعم والرائحة ، كما أنه يشكل عدداً قليلاً من المركبات الكيميائية .

● الزينون

يعد غاز الزينون (Xe) من أول الغازات النبيلة التي وجد أنها تولد مركبات كيميائية ، حيث كان سائداً ولزمن طويل بأن هذا الغاز غير نشط كيميائياً ، ولكن عرف عنه إمكانية اتحاده مع بعض المركبات ، ومن أشهرها الفلورين (Fluorin) ، إضافة إلى صفاته الفيزيائية الموضحة في الجدول (٢) فإنه عديم اللون والطعم والرائحة ويتميز بالندرة في وجوده في الهواء ، حيث يمثل مانسبته جزء . واحد إلى عشرين مليون جزء يستخدم هذا الغاز في عدة تطبيقات خاصة في مجال المصابيح والليزر .

● ثاني أكسيد الكبريت

تتكون كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وتنطلق في الهواء خلال عملية إحتراق الوقود المحتوي على الكبريت مسببة تلوثاً بيئياً. يتحول غاز ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الجوي إلى ثالث أكسيد الكبريت (SO_3)، الذي يمتز بواسطة بخار الماء في طبقات الجوا لعليا، وعند سقوط الأمطار أو الثلوج تتساقط الأحماض إلى الأرض مسببة أمطاراً حمضية تؤدي إلى زيادة حمضية التربة والبحيرات والأنهار ومهددة النباتات والكائنات الحية التي تعيش بها، فضلاً عن مشاكل بيئية كبيرة على المباني والصحة العامة، يتميز ثاني أكسيد الكبريت بأنه ثقيل وعديم اللون وسام. ويوجد طبيعياً في أبخرة البراكين.

يحضر ثاني أكسيد الكبريت صناعياً عن طريق حرق الكبريت، أو بعض المركبات الكبريتية مباشرة، كما أنه يحضر على مستوى إقتصادي وبنقاوة جيدة لاتتجاوز نسبة الشوائب فيه إلى ٠٫٠٥٪، وهي نسبة غير مؤثرة على معظم تطبيقاته. أما الصنف الآخر من هذا الغاز فهو ذو نقاوة عالية، حيث يحتوي على أقل من ٥٠ جزء من المليون من الشوائب، وهو يستخدم في إزالة الكلور الزائد في المياه وفي تطبيقات التبريد فضلاً عن أنه مادة أساسية في تحضير حامض الكبريت (Sulphuric acid) وبعض المركبات المحتوية على الكبريت.

أكسيد النتروز

يستخدم أكسيد النتروز (N_2O) كمخدر، حيث يمزج عادة مع الأكسجين، ويحضر هذا الغاز بشكل عام عن طريق تسخين نترات الأمونيوم (Ammonium Nitrate) ذات النقاوة العالية الى درجة حرارة ٢٠٠°م كما في المعادلة التالية:

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O \quad , \Delta H = -36.8\ kJ$$

تتضمن عمليات تنقية الغاز معالجته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم لإزالة حامض النيتروجين مع ثنائي الكرومات لازالة أكسيد النيتروجين، يباع الغاز في اسطوانات فولاذية على شكل سائل تحت الضغط الجوي الواحد.

السيلينيوم لمقاومة السرطان

على الرغم من إشارة الكثير من المراكز الطبية إلى فائدة عنصر السيلينيوم - لكن بكميات أقل من الجرعة السامة - في مقاومة سرطان الجلد، إلا أن دراسة حديثة أشارت إلى أمتداد آثاره الإيجابية في التصدي لأنواع السرطانات الأخرى، حيث إتضح أن الاشخاص الذين تناولوا كمية السيلينيوم المقررة يومياً لديهم قابلية أقل للإصابة بالسرطانات الأخرى - سرطان الرئة، والقولون، والمستقيم، والبروستات - مقارنة بالاشخاص الذين لم يتناولوه.

وفضلاً عن ذلك فإن تناول السيلينيوم قد قلل من معدل الوفيات بسبب هذه الأنواع من السرطانات إلى ٥٠٪.

ويذكر لاري كلارك (Larry C. Clark) بكلية طب أريزونا ورئيس فريق الدراسة المذكورة أن هذه هي الدراسة الأولى التي توضح فائدة مضافات التغذية - مثل السيلينيوم - التي تسود في الغرب الأمريكي في خفض معدلات الوفاة بسبب السرطان، مما يفتح عهداً جديداً في التخلص من السرطان.

وقد أشارت تجارب صغيرة - سابقة للدراسة المذكورة - أن الإشخاص الذين يقل تركيز السيلينيوم عندهم عن المعدل المألوف أكثر عرضة للإصابة بسرطان الجلد، وأن نسبة وفاة المواطنين بسبب العديد من السرطانات تقل كثيراً في أقاليم الولايات المتحدة الغنية بعنصر السيلينيوم كمضاف غذائي مقارنة بالأقاليم الشحيحة في هذا العنصر.

وعلى ضوء نتائج التجارب الصغيرة المذكورة قام فريق **كلارك** بدراسة أثر إضافة ٢٠٠ ميكروجرام من السيلينيوم يومياً على متبرعين من مرضى سرطان الجلد في الفترة بين ١٩٨٣م، ١٩٩١م، وتعادل هذه الجرعة حوالي ثلاثة أضعاف كمية السيلينيوم المسموح بتناولها يومياً مع الغذاء، ولكن أقل كثيراً من الجرعة المسببة للتسمم.

وقد استغرق إخضاع المتبرعين المذكورين للتجربة لفترة أربع سنوات ونصف وتم مقارنة حالتهم بمتبرعين أصحاء تناولوا جرعات تمويهية، كما تم متابعة حالة مجموعتي المتبرعين المذكورين لست سنوات إضافية.

وفي يناير ١٩٩٦م ظهرت حالات جديدة للإصابة بسرطان الجلد في مجموعتي المتبرعين - الخاضعين وغير الخاضعين للسيلينيوم - تقدر بحوالي ٢٠٠ حالة.

وقد أظهرت الدراسة أن الذين أصيبوا بالسرطان أقل كثيراً في مجموعة الخاضعين للسيلينيوم مقارنة لغير الخاضعين له، فمثلاً قلت نسبة المصابين بسرطان البروستات، وسرطان المستقيم، وسرطان الرئة بحوالي ٦٣٪ و ٥٨٪، و ٤٦٪ على التوالي في الأشخاص الخاضعين للسيلينيوم مقارنة بغير الخاضعين له، مما جعل فريق البحث يوصي مجموعة الدراسة التي لم تتناول السيلينيوم مع غذائها بضرورة البدء في تناوله.

ويحذر جراهام كولدتز (Graham Colditz) من جامعة هارفارد الطبية وجوب إجراء دراسات مكثفة للتأكيد على دور السيلينيوم في مقاومة السرطان قبل التوصية بالتوسع في إستخدامه كمادة إضافية للغذاء.

المصدر

Science News, Vol. 151, Jan. 1th 1997, P. 6.

كتب صدرت حديثا

الشبكات المحلية

قامت بنشر هذا الكتاب **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالرياض** عام ١٤١٧هـ/١٩٩٦م، وهو من إعداد م/ **عماد بن عبد الرحمن الصغير** - إدارة الشبكة الوطنية بالمدينة.

يقع الكتاب في ٥٩ صفحة من القطع المتوسط، مقسمة إلى تقديم لسعادة **الدكتور عبد الله بن أحمد الرشيد**، نائب رئيس مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية لدعم البحث العلمي، ومقدمة للكاتب، وسبعة موضوعات، وخاتمة، وقائمة بالأشكال والجداول، وقائمة بالمراجع العربية والمعاجم والمراجع الأجنبية، وينتهي الكتاب بشكر وتقدير للمدينة، وبعض المختصين الذين ساعدوا الكاتب على الانتهاء من إعداد هذا الكتاب.

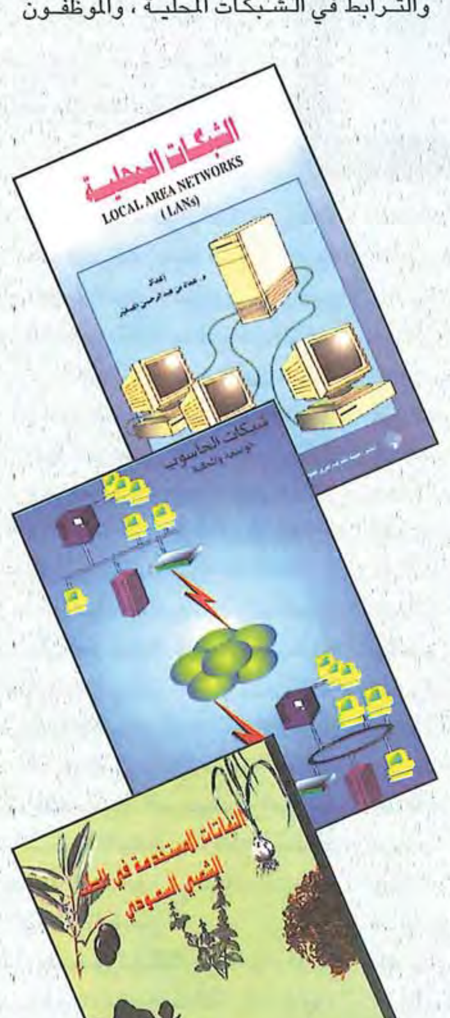
جاءت موضوعات الكتاب السبعة مرتبة على النحو التالي: تعريف الشبكات المحلية، وتاريخ ظهور الشبكات المحلية، والحاجة للشبكات المحلية، والشبكات المحلية والحواسيب الكبيرة والحواسيب الصغيرة، وبنية الشبكات المحلية، واختيار الشبكة المحلية، وتركيب الشبكات المحلية وإدارتها.

شبكات الحاسوب الواسعة والمحلية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤١٧هـ، وقام بتأليفه م/ **فهد بن ناصر بن إبراهيم الجديد.**

جاء الكتاب في ٩٤ صفحة من القطع المتوسط مقسمة إلى تقديم للأستاذ **الدكتور سعد الحاج بكري**، قسم الهندسة الكهربائية، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود بالرياض، ومقدمة للمؤلف، ولمحة تاريخية عن شبكات الحاسوب، وتعريف شبكة الحاسوب، والتوقيت في شبكة الحاسوب، والتغليف والتفكيك للبيانات، والتشويش والأخطاء، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية.

اشتملت أبواب الكتاب الثلاثة (شبكات الحاسوب الواسعة، وشبكات الحاسوب المحلية، وإدارة الشبكة) على إثنى عشر فصلاً جاءت مرتبة على النحو التالي: الأجهزة المرتبطة بالشبكات الواسعة، والنموذج المرجعي لتوصيل الأنظمة المفتوحة، الوسائط الناقلة للبيانات، وشبكات التبديل، والمواصفات القياسية للشبكات الواسعة، والعلاقة بين الشبكات المحلية والنموذج المرجعي لتوصيل الأنظمة المفتوحة، والتوزيع الجغرافي للشبكات المحلية، ووسائل النفاذ إلى الشبكة، والمواصفات القياسية للشبكات المحلية، والترابط في الشبكات المحلية، والموظفون المسؤولون عن إدارة الشبكة، والوظائف المطلوبة لإدارة الشبكة.



النباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي

قامت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** عام ١٤٠٧هـ، بإصدار الطبعة الأولى من هذا الكتاب تحت عنوان "**النباتات السعودية المستعملة في الطب الشعبي**"، إلا أنه نظراً لأهمية هذا الموضوع، واستمراراً لجهود المدينة في نشر النتائج العلمية بصورة أفضل، فقد قامت المدينة باعادة إصداره عام ١٤١٧هـ تحت مسمى "**النباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي**" وذلك بعد تنقيحه، وإدخال البيانات والإضافات العلمية والصور الحقلية والمعشبية التي لا يحتويها الكتاب في طبعته الأولى.

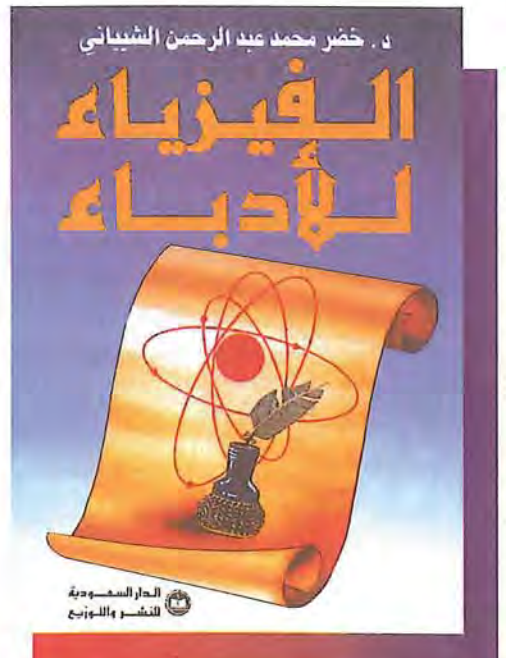
يقع الكتاب في ٣٥٤ صفحة من القطع المتوسط، مقسمة إلى تقديم لمعالي **الدكتور صالح بن عبدالرحمن العذل** رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ومقدمه **للدكتور عبدالرحمن ابراهيم العبدالعالي** المشرف على الادارة العامة لبرامج المنح بالمدنية، وسرداً للنباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي، وقائمة بالمراجع العربية والأجنبية، والأسماء العلمية والعربية للنباتات (لاتيني - عربي).

يضم الكتاب ٣١٩ نباتاً تم ترتيبها أبجدياً من الألف إلى الياء، وجاء وصفها متمثلاً في الأسماء الشائعة والدارجة لها - رتبت حسب الاسم العربي الأكثر شيوعاً - وإسم العائلة، والصفات الظاهرية (العينية)، والموطن/أو مكان زراعته، والجزء المستعمل من النبات، وأهم المواد الفعّالة التي يحتويها النبات، وأهم الاستعمالات الطبية العلاجية، بالإضافة إلى التحذيرات من خطورة النباتات التي عرف أن لها تأثيرات سامة أو ضارة. ومن أمثلة تلك النباتات الأراك، والبصل، والثوم، والحدق، والشيح، والبابونج، والحنظل ... وغيرها.

قام بتنقيح هذا الكتاب وتحرير مادته العلمية **أ. د./ محمد أحمد الشنواني** بادارة برامج المنح بالمدينة.

الفيزياء للأدباء

د . أسامة أحمد العاني



يعد كتاب الفيزياء للأدباء المؤلف بالعربية للأستاذ الجامعي الدكتور – خضر محمد عبدالرحمن الشيباني ـ الفيزيائي والأديب في آن واحد ـ من الكتب الفريدة من نوعها ، حيث استطاع المؤلف أن يستعرض الظواهرالفيزيائية وخاصة المعقدة بلغة جميلة وبتفسير فيزيائي مبسط مبتعداً عن البراهين والعلاقات الرياضية ، وذلك إلى شريحة واسعة من مجتمعنا العربي والاسلامي وهي فئة الأدباء ، وهذا الكتاب الجديد ينقل القارئ من الأدب إلى الفيزياء ومن الفيزياء إلى الأدب والإيمان بصورة مرنة جذابة .



يتكون الكتاب من ثمانية فصول تعالج موضوعات الذرة وعالم **نيوتن** وأحوال المادة ، والحرارة ، والموجات ، والكهرباء والمغناطيسية والعائلة الكهروضوئية ، وأخيراً الطاقة مارد العصر الحديث . وهكذا يشمل الكتاب ـ من خلال ٤٦٠ صفحة من القطع العادي ـ عرضاً شاملاً لمواضيع الفيزياء التقليدية والحديثة وارتباطها بشؤون حياتنا المعاصرة مع بعض الرسوم التوضيحية المبسطة . لذا يعد الكتاب مرجعاً علمياً مبسطاً للأخوة الأدباء وغير الأدباء نظراً للسلاسة العلمية الطريفة المسيطرة عليه .

يتضمن **الفصل الأول** للكتاب لمحة تاريخية عن الذرة ، والمدرسة الذرية ، ونموذج ذرة الهيدروجين ، وحكاية الجدول الدوري للعناصر الطبيعية . كما يشمل استعراضاً لموضوع النظائر والنشاط الإشعاعي والنووي والاستخدامات المعروفة في مجال الطب والصناعة والزراعة وفي قراءة الآثار والتاريخ . ويبين المؤلف أيضاً كيف تمكن العلماء من تطوير طرق العلاج الاشعاعي في مجال تشخيص الأمراض وعلاج الأورام والخلايا السرطانية . وكذلك في مجال صناعة النفط والكيمياء وحفظ الأغذية .

ويفتح **الفصل الثاني** نافذة على عالم نيوتن ، وعلم الحركة (الميكانيك) ، ونظرية الجاذبية وأهمية المنهج التجريبي في وضع القوانين والأنظمة ، كما يستعرض المؤلف أسماء بعض العلماء المسلمين الذين قدموا الكثير من هذه المعارف مثل **الحسن بن الهيثم** ، و**أبو الريحان البيروني** ، و**أبو بكر الرازي** وغيرهم ، وذلك من خلال إسهاماتهم الكبيرة في نقل وتطوير العلوم القديمة إلى أوربا عبر بوابة الأندلس ومراكزها العلمية . كما يقدم المؤلف أمثلة نظرية وعملية عن حركة البالون والبخاخ (الرشاش) المائي الزراعي وحركة الصواريخ والطائرات النفاثة والأقمار الصناعية ، ثم يختتم المؤلف هذا الفصل بمدخل عن الفيزياء الحديثة وأهمية النظرية النسبية والكمية التي أحدثت انقلاباً علمياً في بعض مفاهيم الفيزياء التقليدية وعالمنا المعاصر.

يتناول **الفصل الثالث** موضوع المادة وحالاتها الجامدة والسائلة والغازية ، والآليات الفيزيائية المرافقة ، وكيفية الانتقال من حالة إلى حالة . كما يعالج هذا الفصل مبادئ التسخين والتبريد وبعض الظواهر المعروفة كالتمدد الحراري والتوتر السطحي والضغط الجوي وتوزع الماء في الطبيعة . وأخيراً يتم بإيجاز شرح طبقات الغلاف الجوي والنشرة الجوية وبعض الأمور البيئية وأهمها ثقب الأوزون .

يتناول **الفصل الرابع** فيزياء الحرارة ومقبرة الطاقة بدءاً من قانون حفظ الطاقة ، حيث بيَّن المؤلف أنه لا يمكن إيجاد الطاقة من العدم ، وأن مجموع كل أشكال الطاقة الناتجة عن آلة ما يجب أن يكون مساوياً تماماً لمجموع كل أشكال الطاقة الداخلة إليها . كما يشرح هذا الفصل مبدأ المحرك الحراري أو الآلة الحرارية التي تستخدم لإنتاج الحركة في القطارات والسيارات والطائرات والصواريخ ، وكذلك المفهوم المتقدم للآلات الحرارية المعروفة تحت مسمى محركات الإحتراق الداخلي ، وكتطبيق عليها يشرح المؤلف محرك السيارة الذي يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية لوقود البنزين إلى شغل مفيد وفق أربع خطوات وهي : الشفط ، والضغط ، والإنفجار ، والتخلص من النواتج . واستطاع المؤلف أيضاً في هذا الفصل أن يربط مفهوم القانون الثاني للديناميكا الحرارية وكفاءة الطاقة الحرارية ، ومن هنا يمكن القول أن الحرارة هي مقبرة للطاقة ، فالحرارة هي الجزء الذي ينتج ويتبقى من تحولات الطاقة بدون إمكانية الاستفادة منه في أغراض إنتاجية ، وبالتالي فإن الفناء الحراري للكون أي توقف إنتقال الحرارة هو أحد الاحتمالات

العلمية لنهاية الكون وصدق الحق عز وجل : ﴿ الله الذي رفع السموات بغير عمد ترونها ثم استوى على العرش وسخر الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى ، يدبر الأمر ، يفصل الأيات لعلكم بلقاء ربكم توقنون ﴾ . وأخيراً يتم استعراض أهم الترمومترات (موازين الحرارة) المعروفة في تعيين درجة الحرارة ، وكذلك طرق إنتقال الحرارة المعروفة كالتوصيل والحمل والإشعاع وتطبيقاتها في مجال حافظة الحرارة (الترموس) والبيوت الزجاجية والطاقة الشمسية وغيرها .

وفي **الفصل الخامس** تم بشكل مبسط شرح الموجات في الطبيعة وأنواعها الحرارية والكهرومغناطيسية والصوتية والضوئية بالإضافة إلى خصائصها كالانعكاس والإنكسار والتداخل والحيود (الانعراج) ، بالإضافة إلى بعض الظواهر الهامة كتأثير دوبلر والرنين وحاجز الصوت (الصدمة الصوتية) والصدى وعلم السمعيات والتلوث الضوضائي . وينتهي هذا الفصل بوصف سريع لتطبيقات عملية هامة معروفة في علوم البحار والطب والصناعة .

وفي **الفصل السادس** (الكهرباء والمغناطيسية توأمان لايحترقان) يبدأ المؤلف موضوع الكهرباء التي هي أم الحياة العصرية بطريقة جذابة يغلب عليها الحكاية أو القصة القصيرة بدءاً من اكتشاف ظاهرة الكهرباء الساكنة وآلية تفسيرها من خلال مفهومي التوصيل الكهربائي والحث الكهربائي ، ثم تقدير ظاهرة الكهرباء كمياً عن طريق دراسة القوى الكهربائية والتشابه التام مع القوى المغناطيسية وقوة الجاذبية وإرساء النظرية الكهرومغناطيسية للوصول مستقبلاً إلى مايسمى بالنظرية الموحدة أو نظرية كل شئ . ثم يدرس المؤلف تعريف المجال الكهربائي وبعض التطبيقات في مجال المكثفات الكهربائية بالاضافة إلى مفهومي الشحن والتفريغ . كما يتم إستعراض الكهرباء التيارية غير الساكنة (التيار الكهربائي) ، ومفاهيم البطارية الكهربائية ، وفرق الجهد الكهربائي ، والمقاومة الكهربائية وقانون أوم ، وكذلك التأثيرات الناتجة عن مرور التيار الكهربائي كالكيميائية والحرارية والمغناطيسية ، وأخيراً يذكر بعض التطبيقات الكهربائية كالمصباح والمصهر. أما الظاهرة المغناطيسية فيتم شرحها بصورة توضيحية جميلة حيث يتناول المؤلف أهم التأثيرات المغناطيسية وتطبيقاتها العملية في المولدات ، والمرحِّلات الكهرومغناطيسية ، والجرس الكهربائي ، وسماعة الهاتف ، والإتصالات السلكية ، (التلغراف) ، وتوليد الكهرباء ، والمحولات والمحركات الكهربائية ، وطرق نقل وتوزيع الكهرباء ، وينهي المؤلف هذا الفصل بمستقبل الكهرومغناطيسية .

أما **الفصل السابع** فيدرس آلية الترابط بين الكهرباء والمغناطيسية والضوء تحت مسمى العائلة الكهرومغناطيسية ، أو مايسمى فيزيائياً بالطيف الكهرومغناطيسي . وقد أشار المؤلف أن عائلة الكهرومغناطيسيات - إبتداءاً من أعلاها طاقة (أقصرها طولاً للموجة وأعلاها تردداً) - تتكون من أشعة جاما ، والأشعة السينية ، والأشعة فوق البنفسجية ، والضوء المرئي ، والأشعة تحت الحمراء ، حيث يذكر المؤلف ببعض تطبيقاتها العملية . كما يفسر المؤلف بإختصار بعض الظواهر الضوئية الطبيعية مثل قوس قزح ، والسراب ، والكسوف والخسوف وإختلاف الألوان ، وصدق قوله جل شأنه ﴿ وماذرأ لكم في الأرض مختلفاً ألوانه إن في ذلك لأية لقوم يذكرون﴾ . وبعد ذلك يواصل المؤلف شرح آلية موجات الراديو في الأيونوسفير وما وصلت إليه الموجات الدقيقة في الارسال والإتصالات من تقنية متقدمة ، ويتبين في نهاية الفصل أهمية الدراسات الطيفية وإستخداماتها العملية في مجال هندسة الرادار والتصوير والألياف البصرية والمجاهر الضوئية المختلفة .

وفي **الفصل الثامن والأخير** يعالج المؤلف قضية الطاقة هذا المارد الحديث ، فيبدأ بدراسة مظاهر الطاقة في الطبيعة وأشكالها كالطاقة الحركية ، والطاقة الكامنة (الوضع) ، والطاقة الكيميائية ، والطاقة الحرارية ، والطاقة الكهربائية ، والطاقة الشمسية ، والطاقة النووية . كما يعرِّف المؤلف المفاهيم الأساسية للطاقة والشغل والقدرة بعد إستعراض موجز لأهم مصادر الطاقة المستخدمة حالياً بدءاً من الوقود الأحفوري ثم المصادر المائية كمساقط المياه والسدود وحركة المد والجزر وحرارة مياه البحار والمحيطات ، وكذلك طاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية (الجيو حرارية) وغاز الهيدروجين وخلايا الوقود وطاقة الكتلة الحيوية (المواد العضوية) من الخشب والمخلفات النباتية والحيوانية والقمامة . ثم يعالج المؤلف أهمية الطاقة الشمسية وطرق تحويلها ، وكذلك قصة الطاقة النووية والآليات المرافقة ثم الحالة الرابعة للمادة (البلازما) . كما يدرس هذا الفصل النتائج الجانبية السلبية عن استخدامات الطاقة وتأثيرها في زيادة تلوث البيئة من خلال مناقشة التلوث الحراري والإحتباس الحراري والأمطار الحامضية والتلوث البيئي العام والنشاط الاشعاعي والنووي . ويختم المؤلف هذا الفصل بإستعراض موجز لأزمة الطاقة وهل هي حقيقة أم وهم يحيط بالبشرية ، حيث تناول موضوع أهمية الحفاظ على الطاقة ، كما حدد أهم المصادر البديلة للطاقة وهي : المفاعلات النووية والإندماج النووي والطاقة الشمسية .

وخلاصة القول فإن الكتاب يمثل مرجعاً جيداً مبسطاً للمختصين وغير المختصين إلى العاملين في مجال التربية والتعليم والصحافة والإعلام وإلى فئات الأطباء والصيادلة والمهندسين وإلى فئة الأدباء بصورة خاصة في مجتمعنا العربي والإسلامي ، حيث يشرح المفاهيم الفيزيائية ويضع تفسيراتها بصورة مبسطة جميلة دون اللجوء إلى إستخدام العلاقات الرياضية . وفي الواقع يعد الكتاب ثمرة طيبة تضاف إلى مكتبتنا العربية بسبب الخصوصية التي تتمتع بهامثل هذه الكتب العلمية الميسّرة . ورغم أن الكتاب لم يعالج كافة القضايا الفيزيائية إلا أنه غطى الموضوعات الهامة ، كما أن المؤلف استخدم آلية جديدة في التأليف العربي وهو عرض بعض آيات القرآن الكريم مرافقة للظواهر الفيزيائية كبراهين أزلية .





أجهزة الليزر



إعداد : د. عطية بن علي الغامدي

٤ ـ بعض التطبيقات العسكرية لأشعة الليزر

توغل الليزر في تطبيقات كثيرة وفي علوم مختلفة ، ومن التطبيقات الجديدة بالملاحظة التطبيقات العسكرية التي من أهمها:ـ

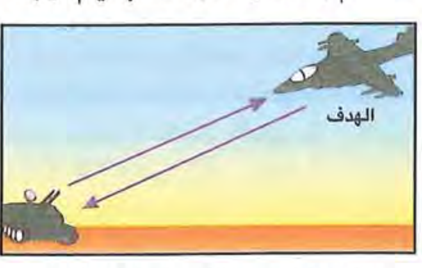
توجيه القذائف إلى الأهداف ـ المتحركة والساكنة ـ بدقة فائقة سواء كان ذلك من الأرض (الدبابة) أو من الجو (الطائرة) .

التوجيه من الأرض

يمكن للطاقم العسكري الموجود داخل الدبابة أن يتجنب التهديدات الموجهة إليه من الجو بوساطة استخدام نظام مستقبل الانذار الليزري (Laser Warning Receiver - LWR) الذي يزوده بمعلومات دقيقة عن التهديدات المباشرة ، كما أنه يعمل كإنذار ورد فعل لهدف مباشر . وفي هذه الحالة فان لمستقبل الانذار الليزري ثلاث مهام تتلخص فيما يلي :

* **المرحلة الأولى :** وتنحصر في تحديد المسافة بين الدبابة العسكرية ـ المزودة بالجهاز المذكور ـ والطائرة المعادية ، فعلى سبيل المثال عند اقتراب طائرة معادية من دبابة بها صاروخ أرض جو يعمل بنظام مستقبل الانذار الليزري (LWR) فان أول مهمة يقوم بها جهاز الليزر قياس بعد الهدف قبل اطلاق الصاروخ ، شكل (١) . وتتم هذه العملية بإرسال نبضات ليزر إلى الطائرة ، فترتد هذه النبضات فور وصولها إلى جسم الطائرة عن طريق الانعكاس ، ويتم استشعارها بوساطة أجهزة استشعار حساسة جداً ، وبالتالي يتم حساب المسافةآلياً ، بمعنى أنه عند إطلاق شعاع الليزر الذي يغذي جهاز التوقيت بنبضة لتشغيله ، وعند انعكاس وعودة الإشارة فان المستشعر الضوئي المثبت مع المستقبل يقوم بتحسس هذه الاشارة ، وبذلك يبدأ جهاز الاستقبال بتوليد نبضة الإيقاف المؤقت وتسجيل الفترة الزمنية المستغرقة لذهاب وعودة نبضة شعاع الليزر .

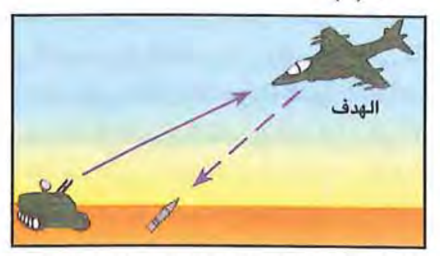
ويوضع المستشعر الضوئي في محور مرآة مقعرة قطرها حوالي ٥٠سم حيث يتم تحويل الضوء المنعكس من المرآة إلى نبضات الكترونية يتم تضخيمها بوساطة مضخم (Amplifier) مناسب ليتم ترجمة الفترة الزمنية المستغرقة آلياً لتظهر على شكل رقمي داخل غرفة الطاقم العسكري حيث يتم تسجيلها .



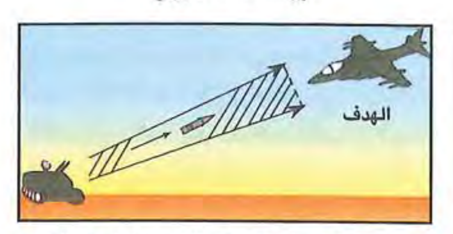
● شكل (١) تحديد المدي بإستخدام الليزر.

* **المرحلة الثانية :** وتشمل عملية التنوير (Illumination) التي تتم بارسال شعاع ليزر ذو موجات مستمرة أثناء طيران الصاروخ ، وفي هذه الحالة يتم توجيه الصاروخ على شعاع الليزر المنعكس من الطائرة العسكرية كما موضح في شكل (٢) .

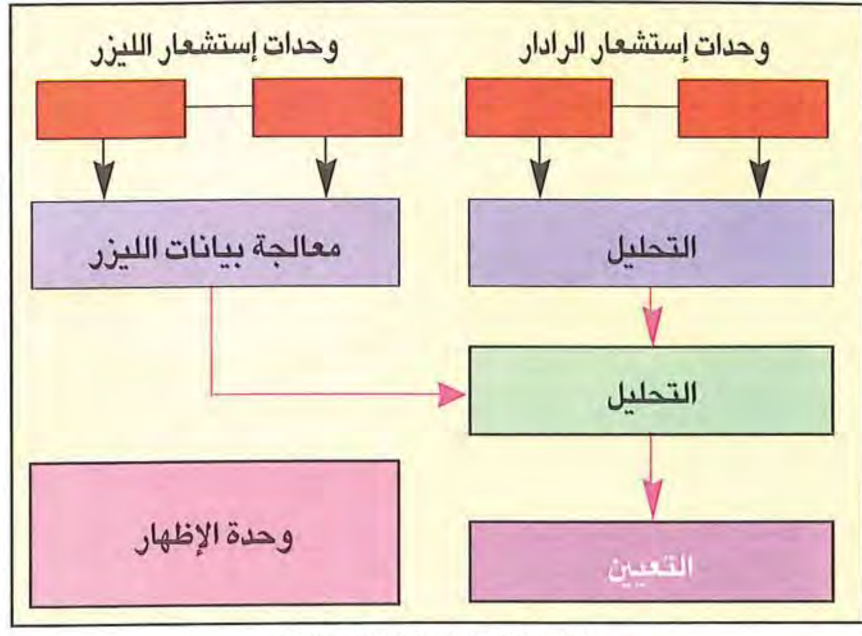
* **المرحلة الثالثة :** ويتم فيها امتطاء الصاروخ لحزمة أشعة الليزر الموجهة ليبقى في مسار الحزمة كما موضح في شكل (٣) .



● شكل (٢) طريقة التنوير لتتبع الليزر المنعكس بواسطة الصاروخ .



● شكل (٣) إمتطاء الصاروخ لحزمة شعاع الليزر الموجهة للهدف ليبقي في مسار حزمة شعاع الليزر.



● شكل (٤) العمل المشترك لليزر والرادار.

● العوامل المؤثرة على المستقبل الليزري :

تتأثر المراحل الثلاث لجهاز مستقبل الانذار الليزري (LWR) بعدة عوامل منها مايلي :

١ ـ توزيع الطاقة في حزمة شعاع الليزر .

٢ ـ انفراج حزمة شعاع الليزر نتيجة للانفراج الطبيعي أثناء الترحال ، وكذلك نتيجة لتشتيت الغلاف الجوي .

٣ ـ تأثير الغلاف الجوي على شعاع الليزر سواء كان بالامتصاص أو الانعكاس.

٤ ـ حساسية عملية الحسابات .

وبسبب تلك العوامل يلزم اضافة أجهزة رادار لأجهزة التسليح لتعمل مع أجهزة الليزر في نظام واحد لتعمل أجهزة مستقبلات الرادار والليزر معاً حسب الشكل (٤) ، حيث يتم استشعار شعاع الرادار والليزر معاً في وحدات الاستشعار ، ومن ثم يتم تحليل ومعالجة البيانات ، يلي ذلك التحكم في الوقت في وحدة التحكم بالتوقيت ، وبالتالي تعيين الإشارات وإظهارها على الشاشة .

التوجيه من الجو

ومن التطبيقات العسكرية لاستخدام أشعة الليزر من الجو هي ضرب أهداف تبعد مئات الكيلو مترات ، وذلك عن طريق شعاع الليزر المحمول جواً لطائرة(Air Borne Laser - ABL) ، وهي تقنية متطورة تمتلكها الدول المتقدمة في هذا المضمار مثل الولايات المتحدة الأمريكية ، وفي هذا الخصوص يتم انشاء وتركيب محطة ليزر ضخمة ونصبها داخل طائرة كبيرة مثل بوينج ٧٤٧ ، ومن ثم استخدام شعاع الليزر المنطلق من مقدمة الطائرة لضرب الدبابات العسكرية على الأرض أو الصواريخ المنطلقة في السماء وتدميرها من مسافة بعيدة ، شكل (٥).

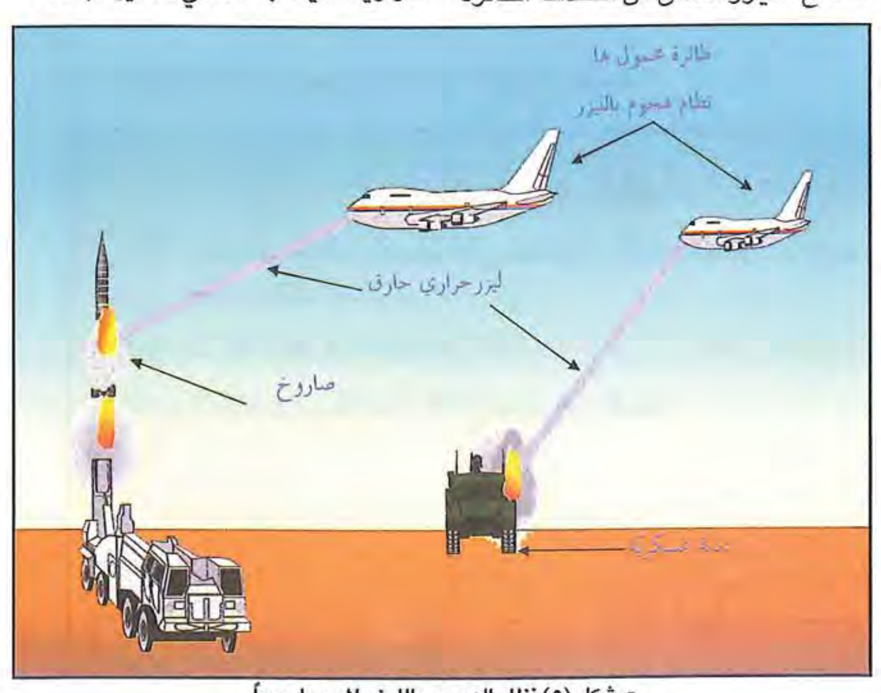
وتعتمد هذه التقنية على ليزر كيميائي من الاكسجين ـ يود (Chemical Oxygen Iodine Laser - COIL) وهو عبارة عن ليزر ذري يبعث شعاع غير مرئي ذو طول موجي ١,٣ ميكرومتر تصل قدرته إلى عدة ملايين واط .

وتتم عملية تدمير الصاروخ المنطلق على ثلاث مراحل كما يلي :

١ ـ بعد انطلاق الصاروخ وأثناء تواجده في الجو ، فان نظام الليزر المحمول جواً (ABL) والموجود على بعد مئات الكيلو مترات يعمل على تتبع وتحديد موقع الصاروخ بالرادار .

٢ ـ يقوم النظام على إرسال ليزر من نوع (YAG) بطول موجي ٥٣٢ نانومتر ـ اللون الأخضر ـ ومن ثم يتم التنوير أثناء جميع مراحل طيران الصاروخ .

٣ ـ إرسال شعاع ليزر كيميائي بطول موجي ١,٣ ميكرومتر على شكل نبضات ليزرية حرارية حارقة ذات طاقة حرارية عالية جداً تكفي لتدمير الهدف .



● شكل (٥) نظام الهجوم بالليزر المحمول جواً

مساحة للتفكير

مسابقة العدد

الرقم المفقود

٢٨	×	×	×	×
٣٠	×	×	○	○
٢٠	○	□	△	×
١٦	△	△	□	○
	؟	١٩	٢٠	٣٠

* في الشكل أعلاه تمثل الأرقام التي على الضلع الأيسر للمربع مجموع قيم الرمـوز داخل المربعات الصغيرة أفقياً ، والأرقام التي على الضلع السفلي للمربع تمثل مجموع قيم الرموز داخل المربعات الصغيرة رأسياً .

* **ماهو الرقم الذي يحل محل علامة الاستفهام في الشكل؟**

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **الرقم المفقود** » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ ـ آخر موعد لتسلم الحل هو ١٤١٨/٧/١هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد الحادي والأربعون

«الطريق الأقصر»

أ ■   س   ■ ب

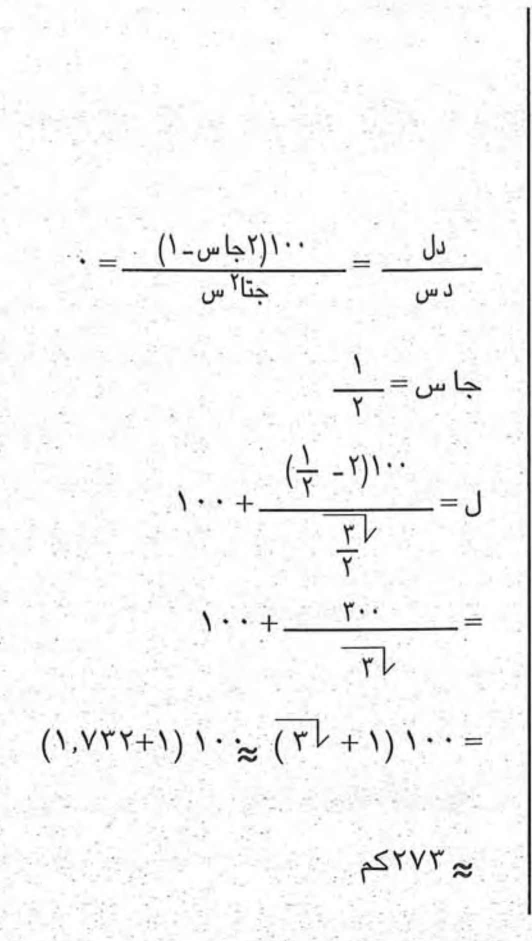
■ ج   ■ د

طول الطريق = ل

$$\text{ل} = ٤ \times \frac{٥٠}{\text{جتا س}} + (١٠٠ - ٢ \times ٥٠ \text{ ظا س})$$

$$= \frac{٢٠٠}{\text{جتا س}} + ١٠٠ - \frac{١٠٠\text{جا س}}{\text{جتا س}}$$

$$= \frac{١٠٠(٢ - \text{جا س})}{\text{جتا س}} + ١٠٠$$



$$\frac{\text{دل}}{\text{د س}} = \frac{١٠٠(٢\text{جا س} - ١)}{\text{جتا}^٢\text{س}} = ٠$$

$$\text{جا س} = \frac{١}{٢}$$

$$\text{ل} = \frac{١٠٠(٢ - \frac{١}{٢})}{\frac{\sqrt{٣}}{٢}} + ١٠٠$$

$$= \frac{٣٠٠}{\sqrt{٣}} + ١٠٠$$

$$= ١٠٠(١ + \sqrt{٣}) \approx ١٠٠(١ + ١,٧٣٢)$$

$$\approx ٢٧٣\text{كم}$$

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد الحادي والأربعون «الطريق الأقصر»** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول ،لم يتوصل أي من المتسابقين الذين أشتركوا في المسابقة إلى الحل الصحيح ، وأسرة المجلة أذ تعلن ذلك ترجو للجميع حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة إن شاء الله.



من أجل فلذات أكبادنا

كيف تتكون الصخور الرسوبية

عند النظر إلى قطعة صغيرة من الصخر نجد أنها تتكون من دقائق صغيرة جداً ذات ألوان واشكال مختلفة. يطلق على هذه الدقائق إسم المعادن. تتكون معظم الصخور من خليط من المعادن ، وتقسم إلى ثلاثة اقسام هي: الصخور النارية ، والصخور الرسوبية ، والصخور المتحولة.

تتكون الصخور الرسوبية – في أحيان كثيرة – نتيجة لإنجراف التربة والصخور مع الماء وترسبها في قيعان المحيطات ، ومع مرور ملايين السنين تتكون طبقات متعاقبة نتيجة للضغط الهائل الواقع عليها ، قد تحتوي هذه الطبقات على بقايا الكائنات الحية التي قد تتحول إلى صخور تعرف بإسم الحفريات . تستخدم هذه الحفريات في دراسة تاريخ الأرض ومعرفة الظروف السائدة في ذلك الوقت.

سنتطرق في هذا العدد إلى تجربة بسيطة توضح كيفية تكون الصخور الرسوبية

الأدوات

ماء ، طين جاف ، رمل ، ملعقة طعام ، جرة زجاجية مع غطاء، شكل (١).

خطوات العمل

١– إملأ الجرة الزجاجية إلى منتصفها بالماء ، ثم أضف حوالى اربع ملاعق من الطين وأربع ملاعق من الرمل.

٢– غط الجرة بإحكام ثم رجها جيداً. راقب ترسب الطين والرمل .

المشاهدة

ستلاحظ أن حبيبات الرمل تترسب أولاً ، لكونها الأثقل ، ثم تترسب – بعد ذلك – حبيبات الطين لكونها الأخف مكونة طبقة فوق طبقة الرمل ، شكل (٢).

الإستنتاج

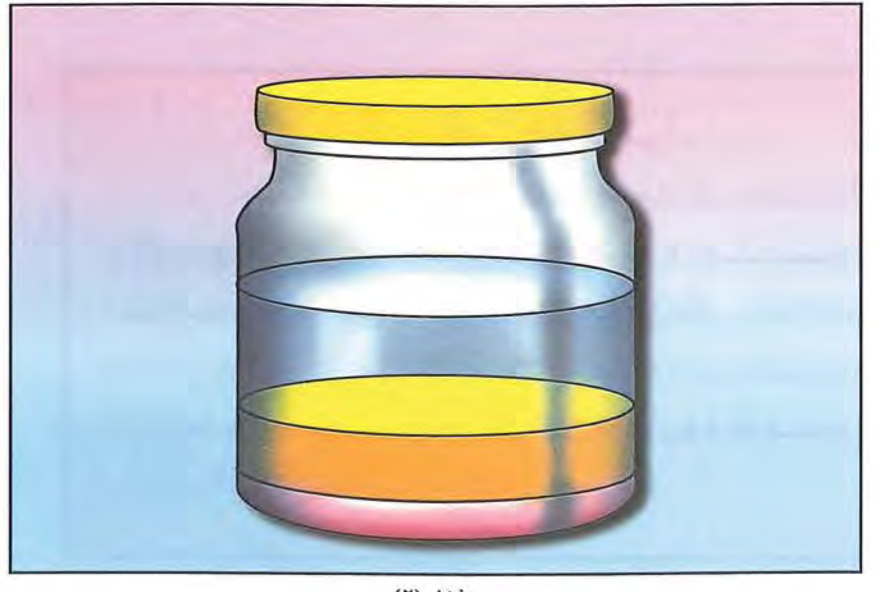
توضح هذه التجربة كيفية تكون الصخور الرسوبية –إذا ما تخيلنا أن هذا يحدث في أعماق المحيطات ولملايين السنين– حيث يشكل وزن الطبقات العليا ضغطاً هائلاً على الطبقات السفلى .

المصدر :

Young Scientist Vol. 1, The Planet Earth.



شكل (١)



شكل (٢)



خواص الرمل الأبيض بمنطقة الرياض واستخداماته

يعد الرمل والحجر الرملي مصدراً إقتصادياً هاماً لكثير من الصناعات غير العضوية مثل صناعة الزجاج، وأشباه الدوائر الالكترونية، والطوب الرملي، والخزف. ومساهمة من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في استغلال الخامات المعدنية العديدة المنتشرة فوق أراضي المملكة وتحت سطحها، قامت في الفترة من عام ١٤١٣هـ إلى عام ١٤١٦هـ بتدعيم مشروع بحثي تحت عنوان "خواص الرمل الأبيض بمنطقة الرياض واستخداماته" وكان الباحث الرئيس لهذا المشروع الدكتور محمد أمين أمجد، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

تتلخص أهداف البحث في عنصرين أساسين هما :-

١- مسح جيولوجي للرمل والحجر الرملي بمنطقة الرياض للتعرف على أنواعها، وتحديد كمياتها، والتعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية من خلال تحليل مكوناتها.

٢- تقييم مدى صلاحية الرمل والحجر الرملي لاستخدامهما في عدة صناعات مثل صناعة الزجاج، والخلايا الشمسية، والملاط، والطوب الرملي، والخزف ... وغيرها.

● خطوات البحث

لتحقيق الأهداف المرجوة من البحث تم إجراء عدة خطوات هي كما يلي :-

١- استخدام الصور الفضائية والخرائط الجيولوجية في تحديد منطقة الدراسة - من الدغم شمالاً إلى الخرج جنوباً - التي تشتمل على كل ترسبات الرمل الأبيض (تكون البياض)، ومسحها وتقييمها من حيث طريقة التكوين والترسيب وطبيعة مخزونها الرملي.

٢- تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق فرعية (الدغم، جنوب شرق الرياض، والخرج)، وتجميع عينات رملية تمثل تلك المناطق لدراسة خواصها الفيزيائية والكيميائية لتقييم مدى ملاءمتها للصناعات المختلفة من حيث القوام والأكاسيد مثل السيليكا، والألمنيوم، والحديد ... وغيرها.

٣- تعيين شوائب المعادن الثقيلة - تشكل عائقاً لصناعة الزجاج - في ٢٠٠ عينة رملية تمثل المناطق الفرعية الثلاث المذكورة أعلاه.

٤- تحضير عشر شرائح رقيقة من عينات الحجر الرملي لمعرفة محتواها من العناصر الكيميائية مثل السيليكون والفوسفور والجرمانيوم والزرنيخ.

٥- تصنيع أنواع مختلفة من الزجاج - بعد خلط الرمل الأبيض مع نسب مختلفة من أكسيد الألمنيوم وكربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم - ذات صفات تختلف باختلاف نوع الرمل (خام أم معالج)، والمنطقة التي أخذ منها، وتحديد صفات الزجاج بأنواعه المختلفة وذلك بقياس عاملي الكثافة والمعامل الحراري.

٦- تصميم وتركيب محطة مياه تجريبية لمقارنة أداء الرمال المحلية بالرمال المستوردة لمعرفة مدى ملاءمة الرمل الأبيض في مرشحات تنقية مياه الشرب.

٧- مقارنة الرمل الأبيض بالرمل الأحمر في تحديد الصفات المختلفة للمونة والطوب الخرساني والاسمنتي والجيري والحوائط الخرسانية، من خلال إخضاعها لعدة قياسات منها قوة الانضغاط، وقوة الإنثناء، ومعامل المرونة، والانكماش، والكثافة النوعية، وذلك وفقاً للطرق القياسية العالمية المتعارف عليها.

● النتائج

أوضحت الدراسة عدة نتائج هي كالتالي :-

١- يتكون الرمل الأبيض في منطقة الرياض من حبيبات دقيقة إلى متوسطة الحجم مترسبة على شكل طبقات متقاطعة ومتداخلة مع عدسات من الطين.

٢- قلة نسبة الشوائب بالحجر الرملي، ولذا يمكن استخدامه في صناعة الخلايا الشمسية.

٣- يحتوي الرمل الابيض على ٩٩٪ سيليكا، و٠,٥٥٪ معادن ثقيلة (الأوبال، والزيركون، والتورمالين، والروتال).

٤- يصلح لصناعة الزجاج حوالي ٢٩,٥٪، و١٣,٦٪، و ١٠٪ من كميات الرمل الموجودة في مناطقة الدغم وجنوب شرق الرياض والخرج على التوالي.

٥- تصلح رمال الدغم والخرج لجميع أنواع الزجاج، بينما تصلح رمال جنوب شرق الرياض لصناعة الألواح الزجاجية وذلك بعد تنقيته من حبيبات الرمل الدقيقة التي تحتوي على شوائب أكسيد الحديد.

٦- التشابه بين نوعية المياه التي تم تحليلها من حيث العكارة والتوصيل الكهربائي والعسر والقلوية والسيليكا والحديد والألمنيوم بعد إمرارها على كل من الرمل المحلي والرمال المستوردة.

٧- مطابقة المياه المنتجة - بعد مرورها على مرشح من الرمل الأبيض - للمواصفات المحلية والعالمية من حيث العكارة ونسبة الحديد والألمنيوم.

٨- تحسين خواص مواد البناء - عند استبدال الرمل الأحمر بالرمل الأبيض - حيث زادت قوة الانضغاط، والانثناء، والانكماش بنسب تتراوح بين ١٠٪ - ٨٥٪، و ٢٠٪ - ٤٠٪، و١٥٪ - ٦٠٪ على التوالي، إلا أن هذه النسب قد انخفضت - عند خلط الرمل الابيض مع الأحمر - لتتراوح بين صفر - ٣٠٪، و صفر - ٢٠٪، و١٠٪ - ٤٠٪ على التوالي.

٩- زيادة معاملي الاجهاد والشد بنسبة ٢٦٪ و ٦٧٪ على التوالي في صناعة الحوائط الخرسانية عند استخدام الرمل الأبيض بدلاً من الرمل الأحمر.

● التوصيات

على الرغم من التحسن الملحوظ في خواص البناء عند استخدام الرمل الأبيض، إلا أن هذه الدراسة توصي بعدم الجدوى الاقتصادية من ذلك، حيث أن صفات الرمل الأبيض في تلك المنطقة عالية الجودة (٩٩٪ سيليكا)، ولذا يجب استخدامه والإستفادة منه في صناعات أخرى مثل صناعة الزجاج والخلايا الشمسية وأشباه الدوائر الالكترونية، ومعالجة مياه الصرف الصحي، والخزف، والمرشحات، وسيليكات الصوديوم، وكمواد محفزة في إنتاج النفط، كما أوصت الدراسة بمواصلة البحث عن مصادر أخرى بديلة للرمل الأبيض بالملكة.

مصطلحات علمية (*)

* امتزاز **Adsorption**

احتباس سطحي على شكل جزيئات أو ذرات لمادة صلبة أو سائلة أو غازية ، بوساطة جسم صلب أو سائل . وهو عكس الامتصاص (**Absorption**) الذي يعرف بأنه تغلغل المواد داخل الجسم الصلب أو السائل.

* بوكسيت **Bauxite**

مادة غير عضوية تتكون من أكاسيد الألمنيوم المائية وهيدروكسيدات الألمنيوم مع شوائب مثل السيليكا الحرة والغرين وأكاسيد الحديد والمعادن الصلصالية. ويستخدم للحصول على الألمنيوم وكبريتات الألمنيوم .

* ثنائي **Binary**

مركب كيميائي يتميز بجزيئين أو بعنصرين أو يتكون منهما .

* صودا كاوية **Caustic Soda**

هيدروكسيد صوديوم يحتوي على أكسيد صوديوم (Na_2O) بنسبة تتراوح بين ٧٦٪ إلى ٧٨٪. وتستخدم في الصناعات الكيميائية ، وتكرير النفط ، وصناعة اللب والورق.

* مُركِّز **Concentrator**

جهاز يستخدم في الوحدات الصناعية لتركيز المواد.

* بنية بلورية **Crystal Structure**

تنظيم ذرات أو أيونات المادة على هيئة جسم بلوري صلب .

* سماد (مخصب) **Fertilizer**

مادة تضاف إلى التربة لتمدها بعنصر أو اكثر من العناصر الكيميائية اللازمة لتغذية ونمو النبات .

* إزباد **Frothing**

إنتاج فقاقيع مستقرة نسبياً عند السطح البيني لهواء وسائل نتيجة للتقليب أو التهوية أو الفوران أو التفاعل الكيميائي .

* حفز متجانس **Homogeneous Catalysis**

حفز يجرى في طور واحد ، غاز أو سائل .

* تفاعل كيميائي متجانس **Homogeneous Chemical Reaction**

تفاعل كيميائي توجد فيه كل المكونات (الأجسام المتفاعلة والمحفز) في طور واحد.

* شغوف للماء (أليف للماء) **Hydrophilic**

أي مادة تمتلك ألفة لجذب الماء ، أو امتزازه أو امتصاصه.

* نافر من الماء **Hydrophobic**

أي مادة تمتلك خاصية لدفع الماء وعدم امتزازه أو امتصاصه .

* تسييل **Liquification**

تحول المادة ـ عادة ـ من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة ، وخاصة المادة التي توجد في الطور الغازي تحت الضغط ودرجة الحرارة العاديين .

* نيتروجين سائل **Liquid Nitrogen**

نيتروجين في الحالة السائلة تحت الضغط الجوي، وعند درجة حرارة ١٩٥م تحت الصفر المئوي، ويستخدم بصفة أساس في البحوث العلمية والمجالات الطبية.

* معدن **Mineral**

مادة طبيعية ، ذات تركيب وصيغة كيميائية محددة ، توجد في صورة بلورات منفردة ، أو منتشرة في معدن أو صخر آخر .

* تمعدن **Mineral Processing**

طرق أو عمليات ـ مثل الطحن الجاف ، أو المبتل ـ تستخدم لرفع تركيز المادة المعدنة في الخام، أو في نواتج أخرى تحتوى على معادن .

* بَلَق (ميكا) **Mica**

مجموعة من معادن الفيلوسليكات (بنيتها شبيهة بالصفائح) لها الصيغة العامة.

$(K, Na,Ca) (Mg, Fe, Li, Al)_{2\text{-}3} (Al,Si)_4O_{10} (OH,F)_2$

* صوف معدني **Mineral Wool**

ألياف طبيعية من أصل معدني ـ تشبه الصوف وألياف الزجاج ـ تتشكل بنفخ الهواء أو بخار الماء خلال الصخر أو الخبث المصهورين . يستخدم الصوف المعدني في العزل الحراري والكهربائي ، ومقاومة الحرائق ، وكوسيط ترشيح .

* تكهرب احتكاكي **Triboelectrification**

إحداث شحن كهروستاتيكية بواسطة الاحتكاك .

(*) المصدر :
معجم مصطلحات العلم والتكنولوجيا
معهد الانماء العربي .

من خفايا نبتون

رغم أن اكتشاف كوكب نبتون عام ١٨٤٦م ـ بناء على تغييرات في مدار كوكب أورانوس ـ يمثل انتصاراً لعلماء الفلك والرياضيات، إلا أن متابعة التغيرات التي تحدث حول محيطه المضطرب تبدو لوقت قريب بعيدة المنال.

وفي عام ١٩٩٤م بدأ **هيدي هامل (Heidi B.Hammel)** من معهد ماشيتيوتس للتقنية **ويسلي لوكوود (Wesely Locwood)** من مرصد لويل بأريزونا متابعة دورية لكوكب نبتون من خلال منظار هبل الفضائي، ولدهشة المذكورين اتضح في نفس العام أن النقطة السوداء العظيمة ـ يشتهر بها هذا الكوكب وتم رؤيتها بوساطة سفينة الفضاء **فيوجير (Voyager)** ـ قد اختفت من الوجود، ومن المدهش كذلك ظهور نقطة عظيمة بديلة في القطب الشمالي للكوكب.

وقد بدأ ظهور النقطة البديلة عام ١٩٩٥م وتم التأكد منها بوساطة سلسلة من الصور تم أخذها بوساطة منظار **هبل الفضائي** في أغسطس عام ١٩٩٦م.

ويؤكد تواجد هذه النقطة الجديدة على سطح نبتون مدى الاضطراب والتقلبات الجوية المستمرة لهذا الكوكب.

المصدر:

Science News, Vol 150, Nov. 16th 1996, P 314.

تشخيص نقص التروية الدموية للقلب

أفلح فريق بحثي من جامعة تسوكوبا اليابانية وشركة هيتاشي ـ ولأول مرة في العالم ـ في تشخيص حالات نقص التروية الدموية للقلب (Cardiac Ischemia) عن طريق التصوير باستخدام مجالات مغناطيسية صغيرة متولدة من القلب.

ويذكر أحد المسؤولين بالفريق المذكور أن هذه التقنية سوف تساعد الأطباء على اكتشاف حالات نقص التروية الدموية للقلب والذبحة الصدرية (Myo Cardial Infraction) بدقة وسهولة، وماعلى المريض إلا أن يرقد لثواني معدودة دون أن يضطر لخلع ملابسه.

وتأمل شركة هيتاشي الإنتهاء من إنتاج أجهزة طبية في المجال المذكور خلال سنتين أو ثلاثة سنوات.

استخدم فريق البحث أجهزة تداخل كمي فائق التوصيل (Super Conducting Quantum Interference Devices - SQUID) كمجسات مغناطيسية لقياس المجال المغناطيسي الصغير المتولد من القلب، وبالتالي أمكن فيه إنتاج صور للتيارات الكهربائية، وقد نجح الفريق المذكور في إنتاج صور في وقت وجيز جداً لا يتجاوز جزء واحد من الألف من الثانية، مما سهل من إعطاء تفاصيل دقيقة عن القلب وتحديد الجزء المريض منه بدقة متناهية، وهذا ما أكدته التجارب التي أجريت على ٦٠ مريضاً، ثم تشخيص حالات نقص التروية الدموية لقلوبهم بدقة فاقت كثيراً التشخيص باستخدام الطرق التقليدية، مثل: طريقة الرسم التخطيطي للقلب.

ويذكر الأستاذ **توشيو ميتسوى** (**Toshio Mitsui**) من جامعة تسوكوبا أن هذه التقنية سوف تقود إلى الاكتشاف المبكر للمراحل الأولية لنقص التروية الدموية للقلب، كما يمكن استخدامها في الفحص المعتاد لتشخيص القلب ولقلوب الأطفال حيث أنها تساعد كثيراً في الدراسات الأولية للقلب.

المصدر:

Japan Science may 19, 1997

بكتيريا مغناطيسية

أشارت دراسة كشف عنها الستار في أغسطس ١٩٩١م، إلى وجود نوع من البكتيريا يمكنها تصنيع جسيمات مغناطيسية، وبالتالي يمكن أن تستخدمها كبوصلة توجيه في الحقل المغناطيسي للأرض، ويحاول العلماء الآن الاستفادة من هذه الجسيمات البكتيرية الممغنطة لفصل البروتينات من السوائل.

وقد أوضح الباحثون في جامعة طوكيو للزراعة والتقنية باليابان طريقة يمكن بها فصل وتجميع الجسيمات المغناطيسية من البكتيريا، وإلصاقها بأجسام مضادة ترتبط ببروتين جلوبيولين المناعة ج (Immunoglobulin G) الخاص بالفأر، وبعد أن تم ارتباط الجسيمات المذكورة في المحلول استخدم الباحثون المغناطيس لجذب المركب البروتيني إلى حافة الإناء ثم عرّضوه للضوء بغية التعرف عليه بسهولة.

ويذكر الباحث الياباني **تاداشي ماتسوناقا (Tadashi Matsunaga)** أنه وبالرغم من استخدام الجسيمات المغناطيسية في عمليات فصل مشابهة ـ مثل فصل خلايا الجنين في دم الأم ـ إلا أن هناك صعوبة في تصنيع جسيمات دقيقة مثل الجسيمات التي تصنعها البكتيريا، فمثلاً يبلغ أقل قطر للجسيمات المصنعة حتى الآن حوالي ميكرومتر واحد، بينما يصل قطر الجسيمات المصنعة بواسطة البكتيريا حوالي ٠,١ ميكرومتر، ويضيف الباحث المذكور أن دقة حجم الجسيمات المغناطيسية المصنعة بواسطة البكتيريا يكسبها صفات التشتت (Dispersion) لوقت أطول في المحلول الموجودة فيه، وهي صفة مرغوبة في الفصل والتحليل.

المصدر:

Science News, Vol. 150, Nov. 9 th 1996, P. 301

بصل لعلاج تخثر الدم

وجد أن من بين الفوائد العظيمة للبصل أن له فوائد طبية في علاج تخثر الدم تشبه فوائد الثوم، حيث أن لكليهما مواد تساعد على إبطاء تخثر الدم وتحسين سريانه داخل الأوردة والشرايين.

وقد تمكن العلماء حديثاً من وضع خريطة وراثية للبصل توضح مكان وعمل كل مورث في الحامض النووي منقوص الأكسجين للبصل، ويعد هذا هو الانجاز الأول من نوعه في هذا المحصول، ويمكن الإستفادة من الخريطة في إنتاج سلالات جديدة من البصل تفي بالأغراض الطبية لعلاج تخثر الدم والصفات الوراثية المرغوبة مثل الإنتاج المبكر، والوفير، ومقاومة الآفات، وغيرها.

ويتوقع الإنتهاء من إنتاج تلك السلالات خلال العقد القادم بإذن الله.

المصدر:

Emerging Food R&D Report.June 1997, Vol. 8, No. 3.



أعزاءنا القراء :

أهلاً ومرحباً بكم في مجلتكم مجلة العلوم والتقنية ويسعدنا هذا الكم الهائل من رسائلكم واتصالاتكم ، وهذا مايدفعنا لبذل المزيد من الجهد لأرضائكم وتلبية طلباتكم فانتم المرآة الحقيقية لنجاح هذه المجلة :.

*** الأخ / عبدالله صالح البلوي - رفحاء**

وصلتنا رسالتك بكل سرور وسوف نقوم بإرسال المجلة على عنوانك الجديد.

*** الأخ / سعيد محمد القحطاني - أبها**

نشكرك على عبارات الثناء والمديح التي حملته رسالتكم إلينا وسوف نقوم بإرسال مايتوفر لدينا من الأعداد السابقة وكذلك يسعدنا إدراج إسمك ضمن قائمة التوزيع ، أما فيما يخص مقالتك فللأسف لم تصل إلينا .

*** الأخ / فيصل سلمان آل حبيب - صفوى**

تلقينا رسالتك بكل سرور ويسعدنا إدراج أسمك ضمن قائمة التوزيع.

*** الأخ / فيصل عبدالكريم الحربي - العُلا**

المجلة يا أخانا العزيز مجلة فصلية تصدر كل ثلاثة أشهر ، ولحصولك عليها فقد تم إدراج إسمك ضمن قائمة التوزيع .

*** الأخ / عبدالله علي الغامدي - الطائف**

نشكرك على ماجاء في رسالتك من مديح وإطراء ، ومانقدم في هذا المجلة ماهو إلا مايمليه علينا الواجب تجاه هذا الوطن العزيز .

*** الأخت / نوره أحمد باوزير - الرياض**

يسعدنا تلبية طلبك بإدراج إسمك ضمن قائمة التوزيع .

*** الأخ / زهير سعيد حلبي - مكة المكرمة**

لاشكر على واجب يا أخانا العزيز فتلبية طلبات وتحقيق رغبات جميع القراء من اهداف المجلة .

*** الأخ / صفوان محمد الباشا - سوريا**

وصلتنا رسالتك شاكرين ماحوته من اعجاب وإطراء ويسرنا تحقيق رغباتك وجميع القراء ، أينما كانوا وسوف ندرج إسمك في قائمة التوزيع .

*** الأخ / رعد محمد القيسي - الاردن**

نشكرك على إشادتك بالمجلة والعاملين عليها . ونفيدك بأن المجلة تصل الى جميع البلاد العربية وغيرها من البلدان وسوف تصلك المجلة على عنوانك الجديد بإذن الله .

*** الأخوة / بوشاهد عبدالحق ، وبوالخراص قبقوب ، والزغدي مسعود ، وسمير بشقه بن حميده رفيق ، وجعفري محمد - الجزائر .**

يسعدنا تلبية رغباتكم بإدراج عناوينكم ضمن قائمة توزيع المجلة .

*** الأخ / أبو بكر شيذص - الجزائر**

رسالتك وصلتنا فأهلا بك قارىء لمجلتنا وسوف يصلك العدد المطلوب بإذن الله تعالى .

*** الأخ / رموم خير الدين - الجزائر**

تلقينا رسالتك شاكرين ثناءك للمجلة والعاملين عليها ويسعدنا تلبية طلبك من الأعداد السابقة.

*** الأخ / أنور عطية شحاته - مصر**

يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم بإدراج إسمك في قائمة التوزيع .

*** الأخ / مزمل محمد البشير - السودان**

سعدنا باتصالك ويسرنا إدراج إسمك في قائمة التوزيع .

في

العدد المقبل

تنقية مياه الشرب







الغازات الصناعية